This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06274157 8

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XV.

Annales

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME QUINZIÈME.

ASTOR LIBRARY
NEW-YORK.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue du Cloître Saint-Benoît, n° 16, près celle des Mathurins.

1820.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

FAITS

Pour servir à l'histoire de l'Or.

(Lu à l'Académie des Sciences.)

Par Mr J. Pelletier.

Dès les premières époques de la chimie, l'or a donné lieu à de nombreux travaux : dans ces derniers temps encore, plusieurs chimistes, parmi lesquels nous citerons MM. Proust, Vauquelin, Oberkampft et Berzelius, se sont occupés de ce métal. Il est cependant certain que les propriétés de l'or ne sont pas aussi bien connues que celles de plusieurs autres métaux dont la découverte est récente. L'histoire de ce métal manque d'ensemble, et à côté de points importans éclaircis par la sagacité des chimistes, on trouve des lacunes qui depuis long-temps auraient disparu si ces savans n'avaient pas été détournés de leurs premières recherches par des travaux sans doute plus importans : ainsi, pour ne donner que quelques exemples de notre assertion, on connaît assez bien les

propriétés des chlorures d'or ; on a fait des recherches soignées sur les proportions de l'oxigène dans les oxides d'or, et d'un autre côté, on ignore les propriétés des sels d'or, ou plutôt l'on a décrit des sels qui ne peuvent exister, et l'on a pris pour des sels triples des matières qui n'étaient que de simples mélanges.

Plusieurs chimistes ont signalé la difficulté qu'on éprouve à précipiter l'or de sa dissolution dans l'eau régale, à l'aide des bases salifiables ; on a vu que la présence d'un excès d'acide dans la dissolution métallique s'opposait à la précipitation de l'oxide d'or ; mais on n'a pas expliqué d'une manière satisfaisante comment un excès d'acide que satureraient les premières portions de bases salifiables employées pouvaient s'opposer à la précipitation ultérieure de l'oxide, ou plutôt, en admettant, dans ce cas, la formation d'un sel triple indécomposable par de nouvelles quantités de bases, on a fait une supposition un peu hasardée. Enfin, on n'a pas fait de différence dans la nature des précipités formés dans le chlorure d'or par les différentes bases salifiables, et l'on a considéré ces précipités comme identiques ; ce qui, sans certaines précautions, n'est pas absolument exact.

Tels étaient les objets sur lesquels je me proposais de faire de nouvelles recherches ; j'avais d'ailleurs fait, il y a dix ans, conjointement avec M. Duportal, quelques expériences sur les préparations d'or alors usitées en médecine, et j'avais été frappé de quelques phénomènes dont je n'avais pu me rendre compte. Je desirais toujours m'en occuper de nouveau, mais je ne pus m'y livrer que dans ces derniers temps. Je soumets à l'Académie une partie des observations que j'ai faites dans le

courant de mon travail, persuadé qu'elle les accueillera avec l'indulgence qu'elle a toujours eue pour mes essais.

L'ordre dans lequel j'exposerai les faits que j'ai observés, et les inductions que j'en ai tirées, n'est pas rigoureusement celui dans lequel ces faits se sont présentés. Souvent j'ai abandonné une série d'expériences qui ne présentaient aucun résultat concluant, pour les reprendre après m'être procuré des éclaircissemens par d'autres expériences qui sembleraient n'avoir aucun rapport avec les premières, si on les présentait immédiatement à la suite de celles-ci. C'est ainsi que l'action des alcalis sur les chlorures d'or, qui avait fourni le sujet de mes premières expériences, ne peut être expliqué que par la connaissance de la manière d'agir des acides sur les chlorures et les oxides d'or. Aussi allons-nous nous occuper d'abord de ces premières questions.

De l'Action des acides minéraux sur les chlorures d'or.

Pour avoir une idée exacte de l'action que les acides minéraux exercent sur les chlorures d'or, il faut avoir présent à la mémoire les principales propriétés déjà connues de ces combinaisons. Ainsi, l'on sait qu'en évaporant la solution d'or dans l'eau régale, la combinaison, d'abord d'un jaune d'or, prend une couleur rouge foncé au moment où toute l'eau qu'elle contenait est évaporée. La matière, retirée du feu dans ce moment, se prend, par le refroidissement, en une masse solide d'un rouge brun très-foncé, très-fusible, et soluble dans l'eau, en

acquérant sur-le-champ une couleur jaune-rougeâtre. Si, au lieu d'enlever la matière à l'influence du calorique, on continue à la chauffer avec précaution, il se dégage du chlore, et la substance devient d'un jaune citrin, insoluble dans l'eau (mais susceptible d'être décomposée dans un temps donné, et alors en partie dissoute par ce liquide). La matière, d'un rouge brunâtre, est un véritable chlorure d'or : lorsqu'elle a subi l'action du calorique, et qu'elle se présente sous forme de poudre citrine, elle est à l'état de sous-chlorure. L'action ultérieurement prolongée du calorique décompose ce sous-chlorure, le chlore se dégage entièrement, et l'or est mis à nu.

En partant de ces données, on concevra facilement l'action des acides minéraux sur le chlorure d'or. Si, dans une solution de chlorure d'or ne contenant pas d'acide hydrochlorique libre, on verse de l'acide sulfurique concentré, il ne se produit aucun changement dans la liqueur, à moins qu'elle ne soit très-chargée ; car alors il se fait un précipité rouge qui redevient jaune par l'addition de l'eau, et se redissout dans une plus grande quantité de ce liquide. Le précipité rouge est, dans ce cas, un chlorure d'or anhydre.

Lorsqu'après avoir ajouté de l'acide sulfurique dans une dissolution de chlorure d'or, on chauffe et l'on évapore les liqueurs, au moment où l'acide sulfurique est assez concentré pour que la température approche de 150 degrés, il se fait un dégagement abondant, non d'acide hydrochlorique, mais de chlore, et en même temps il se précipite une poudre jaune qui n'est autre que du sous-chlorure d'or. On peut le séparer en éten-

dant d'eau la liqueur et filtrant promptement. Il est cependant rare d'obtenir le sous-chlorure sans mélange d'or métallique ; dernier résultat de l'action prolongée de l'acide sulfurique.

On a répété plusieurs fois cette expérience, en faisant varier les quantités d'acide sulfurique ; on a toujours obtenu les mêmes résultats. On voit que l'acide sulfurique n'a aucune action sur le chlorure d'or, et qu'il n'agit que comme corps intermédiaire pour la transmission du calorique.

L'acide phosphorique, l'acide arsénique et généralement tous les acides minéraux saturés d'oxigène, et susceptibles de pouvoir être élevés à une haute température, se comportent avec le chlorure d'or, comme l'acide sulfurique.

L'acide nitrique et les autres acides volatils saturés d'oxigène n'ont sur le chlorure d'or aucune action remarquable : par la chaleur, ils se volatilisent, et laissent le chlorure d'or, qui ne se décompose que lorsque l'on continue à le chauffer, après l'évaporation de l'acide étranger.

Les acides saturés d'oxigène mis en contact avec le sous-chlorure d'or, présentent un autre ordre de phénomènes. Comme ils ne paraissent agir que lorsqu'ils sont liquides, et en vertu de l'eau qu'ils contiennent, il est nécessaire de rappeler ici l'action de l'eau sur le sous-chlorure d'or. On sait que celui-ci, mis en contact avec l'eau, ne tarde pas à être décomposé ; une partie de l'or qu'il contient (le $\frac{1}{3}$, suivant M. Berzelius) se précipite en abandonnant son chlore, tandis que l'autre partie élevée à l'état de chlorure se dissout dans l'eau.

Lors donc qu'on met en contact du sous-chlorure d'or avec un acide minéral saturé d'oxigène, si cet acide est privé d'eau comme l'acide phosphorique vitrifié, l'acide borique non dissous, on n'observe aucune réaction entre ces substances; mais si l'acide contient de l'eau, le sous-chlorure ne tarde pas à se convertir en or métallique et en chlorure qui reste en dissolution dans l'acide. En général, l'action est d'autant plus prompte, que l'acide est plus étendu d'eau, et qu'il retient moins fortement ce corps. Ainsi, l'acide nitrique décompose plus facilement le sous-chlorure d'or que l'acide sulfurique, et celui-ci plus fortement que l'acide phosphorique liquide, mais concentré et à l'état oléagineux. La décomposition a aussi lieu plus promptement quand l'air atmosphérique est très-chargé d'eau; les acides absorbent cette eau atmosphérique, et agissent alors comme s'ils étaient plus étendus.

Dans ces diverses circonstances, il ne se dégage ni chlore ni acide hydrochlorique. Si l'on chauffe le sous-chlorure d'or avec les mêmes acides également étendus d'eau, on observe les mêmes phénomènes; la décomposition est seulement plus rapide. Mais en continuant l'action du calorique, les phénomènes décrits, en parlant de l'action des acides sur le chlorure d'or, se manifestent à leur tour (1).

Les expériences que nous venons de rapporter prouvent qu'on ne peut obtenir de sels d'or par l'action des

(1) Nous parlerons, dans un chapitre particulier, de l'action des acides végétaux et de quelques autres matières végétales sur les chlorures d'or.

acides sur les chlorures de ce métal. Les phénomènes observés tendent aussi à faire penser que le chlorure d'or, en se dissolvant dans l'eau, ne passe point à l'état d'hydrochlorate ; nous reviendrons sur cette idée dans le courant de ce Mémoire.

De l'Action des acides sur l'oxide d'or.

Si l'on excepte l'acide nitrique et l'acide sulfurique concentrés, aucun acide dont l'oxigène est le principe acidifiant ne peut dissoudre l'oxide d'or (1) ou s'y combiner. Les acides nitrique et sulfurique ne peuvent même former avec cet oxide des combinaisons permanentes. Nous allons entrer dans quelques détails sur cet objet.

Lorsque l'on met en contact de l'acide nitrique étendu seulement de deux parties d'eau avec de l'oxide d'or, même récemment précipité, l'oxide ne se dissout pas dans l'acide en quantité sensible : lorsque l'acide nitrique est concentré, il dissout, surtout à l'aide de la chaleur, l'oxide d'or en quantité notable. Si on vient à ajouter de l'eau dans la liqueur, tout l'oxide d'or se précipite ; et si l'acide nitrique employé est pur, il ne retient point d'oxide d'or. Ces faits ont été indiqués par M. Vauquelin dans un Mémoire inséré, en 1811, dans les *Annales de Chimie*. Après les avoir répétés, nous avons cru devoir les rappeler ici, parce que ces observations se lient avec ce qui va suivre, et que d'ailleurs elles n'ont pas été

---

(1) Nous entendons par oxide d'or, le peroxide de ce métal, le protoxide passant presque instantanément à l'état de peroxide, en abandonnant de l'or métallique.

rapportées dans les meilleurs ouvrages de chimie, avec les développemens qu'elles méritent, et par elles-mêmes et par les conséquences qu'on en peut tirer. Nous ferons aussi observer que l'oxide d'or qu'on précipite de la dissolution nitrique à l'aide de l'eau est à l'état d'hydrate.

La dissolution nitrique de l'oxide d'or est d'un brun jaunâtre; par l'évaporation, elle laisse précipiter de l'oxide d'or. Si on la pousse jusqu'à siccité, on obtient une matière noire qui recouvre la capsule à la manière d'un vernis. C'est un mélange d'oxide d'or et de métal; on peut séparer l'oxide par l'acide hydrochlorique qui reforme du chlorure.

Si l'acide nitrique est pur, et si l'oxide d'or ne retient pas de chlore, comme il arrive en quelques circonstance, tout l'oxide est précipité; mais quand l'oxide ou l'acide retiennent du chlore, alors on retrouve proportionnellement une plus ou moins grande quantité d'or dans la liqueur.

Lorsque l'oxide d'or est mélangé avec un autre oxide, tels que l'oxide de zinc, de magnésium, on a vu qu'en traitant ces mélanges par de l'acide nitrique étendu de 3 à 4 parties d'eau, on enlevait, tout en dissolvant les oxides étrangers, quelques traces d'oxide d'or. Cet oxide cependant ne tarde pas à se déposer. La présence d'un nitrate étranger favorise donc la dissolution de l'oxide d'or dans l'acide nitrique : peut-être ces nitrates agissent-ils en retenant l'eau de l'acide nitrique.

L'acide sulfurique concentré présente, dans son action sur l'oxide d'or, des phénomènes analogues à ceux observés avec l'acide nitrique. Cependant il dissout moins d'oxide d'or que ce dernier, parce qu'on ne peut favo-

riser son action au moyen de la chaleur, l'or se réduisant dans ce cas. Si l'on ajoute de l'eau dans l'acide sulfurique, aussitôt il se fait un précipité noir ayant des reflets métalliques. Ce précipité est formé pour la plus grande partie d'or réduit, en raison de la haute température qui se développe dans l'acide sulfurique au moment où l'on ajoute de l'eau.

Les acides phosphorique, boracique, etc., ne pouvant être liquides qu'à l'aide de l'eau, ne peuvent dissoudre l'oxide d'or.

L'acide hydriodique a sur l'oxide d'or une action qui présente de l'analogie avec celle que l'acide hydrochlorique exerce sur le même corps. Nous y reviendrons dans un autre chapitre, en traitant des propriétés et de la préparation de l'iodure d'or.

Les acides peuvent-ils former avec de l'oxide d'or de véritables combinaisons salines? Telle est la question qu'on pourrait faire après la lecture de ce paragraphe. Je pense qu'on doit y répondre par la négative. L'action particulière des acides nitrique et sulfurique concentrés sur l'oxide d'or ne me semble pas devoir même donner lieu à une exception; car peut-on regarder comme des sels les dissolutions de l'oxide d'or dans ces acides? Je ne le crois pas : en effet, ces dissolutions sont extrêmement acides; la quantité de l'oxide qu'elles contiennent est très-petite par rapport à la masse du dissolvant. D'un autre côté, on ne peut comparer l'action de l'eau sur ces dissolutions, à celle que ce liquide exerce sur quelques sels métalliques, tels que le nitrate de bismuth, etc.; car, dans ce dernier cas, il se forme un sel avec excès de base, et un sel avec excès d'acide et très-soluble, ce

qui n'a pas lieu avec les dissolutions d'or. Ces dissolutions sont aussi privées des propriétés propres aux combinaisons salines dans lesquelles d'ailleurs les proportions d'oxigène de la base sont, à celles de l'acide, dans des rapports constans (1).

De l'Action des sels sur le chlorure d'or.

Si les acides étaient susceptibles de s'unir à l'oxide d'or, en formant de véritables combinaisons salines, les circonstances les plus favorables pour opérer ces sortes de combinaisons, se rencontreraient sans doute dans le jeu des doubles affinités. Cependant, par ce moyen, on ne peut encore parvenir à former des sels d'or. C'est ainsi que je n'ai obtenu que des mélanges en versant des solutions de sulfate de soude, de phosphate de soude, etc. dans le chlorure d'or.

L'action du sulfate et du nitrate d'argent sur le chlorure d'or présente cependant quelques phénomènes que nous allons rapporter.

Lorsque l'on verse dans le chlorure d'or une solution de sulfate d'argent, bien que ce sel soit peu soluble, il se fait sur-le-champ un précipité d'un jaune brunâtre; la liqueur s'éclaircit, devient limpide, et ne retient que de l'acide sulfurique libre si l'on n'a mis le sulfate d'argent que dans les proportions nécessaires pour s'emparer de tout le chlore de la dissolution aurifique.

---

(1) La dissolution de l'indigo dans l'acide sulfurique constituerait plutôt un sulfate que celle de l'oxide d'or dans le même acide.

Le nitrate d'argent agit d'une manière analogue sur le chlorure d'or. L'effet est seulement plus marqué, parce que le sel est beaucoup plus soluble; la liqueur limpide contient tout l'acide nitrique du nitrate d'argent employé (1).

Quelle est la nature du précipité obtenu dans ces dernières circonstances? D'abord, et vu l'affinité du chlore pour l'argent, il est probable que l'argent est à l'état de chlorure dans le précipité; mais pour s'unir au chlore, l'argent doit être réduit; et comme, dans ce cas, il ne se forme point de chlorate d'argent, et qu'il ne se dégage pas d'oxigène, il faut que celui-ci s'unisse à l'or. Le précipité doit donc consister en un mélange intime de chlorure d'argent et d'oxide d'or; telle est justement sa nature, ainsi que l'a démontré son examen ultérieur.

En effet, si l'on traite ce précipité par de l'acide hydrochlorique, on enlève tout l'oxide d'or, et l'on retrouve dans la liqueur la totalité de ce métal à l'état de chlorure. Au moment où l'acide hydrochlorique agit sur le précipité, celui-ci se décolore, diminue de volume et se réduit en chlorure d'argent. Un mélange artificiel de

---

(1) M. Vauquelin a observé un phénomène analogue, en ajoutant du nitrate d'argent dans du muriate de platine; il se fait un précipité abondant et coloré, la liqueur éclaircie ne retient que de l'acide nitrique; mais le précipité est ici, selon M. Vauquelin, formé de chlorure d'argent et d'un sous-muriate de platine dans un état particulier : il donne du chlore par la distillation. On voit donc qu'il diffère, par sa composition, de celui que j'ai obtenu. (Voyez *Annales de Chimie et de Physique*, t. V, p. 268.

chlorure d'argent et d'oxide d'or se comporte exactement de la même manière avec l'acide hydrochlorique. Si l'on soumet le précipité à l'action de la chaleur, dans un appareil covenable, on recueille en abondance un gaz qui est de l'oxigène pur.

On ne peut regarder le précipité qui nous occupe, comme formé de sous-chlorure d'argent et de sous-chlorure d'or; la présence de l'oxigène qu'il contient s'oppose entièrement à cette manière de voir. Dira-t-on que ce que nous nommons sous-chlorure d'or contient de l'oxigène, et que c'est un proto-hydrochlorate d'or (*murias aurosus*); mais, dans ce cas, ce ne serait pas encore de l'oxigène qu'il devrait fournir à la distillation, mais du chlore qu'il faudrait considérer comme de l'acide muriatique oxigéné. D'ailleurs, s'il contenait la matière désignée par les noms de *proto-chlorure, proto-muriate, etc.*, en le traitant par l'acide hydrochlorique, on ne devrait dissoudre qu'une portion de l'or, dont le $\frac{1}{3}$ devrait se retrouver dans le précipité à l'état métallique.

Le précipité traité par l'acide nitrique bouillant, puis étendu d'eau, afin de séparer l'oxide d'or que l'acide nitrique aurait pu dissoudre, donna, il est vrai, une liqueur jaune dans laquelle l'or est dissous par du chlore; mais si on examine le chlorure d'argent qui reste sur le filtre, on voit qu'il est passé en partie à l'état de sous-chlorure noir. Cette expérience ne peut donc fournir matière à une objection contre notre opinion, sur la nature du précipité.

De l'Action des bases salifiables (oxides métalliques) sur les chlorures d'or.

J'arrive à la partie de mon travail qui m'a présenté le plus de difficultés. Les expériences que j'ai été obligé de faire ont été très-nombreuses, parce que les plus petites variations dans les circonstances apportaient de grands changemens dans les résultats, et justifiaient cette expression d'un membre distingué de l'Académie : *Rien de capricieux comme l'or dans ses combinaisons.* Proust. Je me trouvais aussi très-souvent en contradiction avec M. Figuier, professeur de chimie à Montpellier, à qui l'on doit plusieurs Mémoires sur les préparations d'or. Je fus donc dans l'obligation de répéter plusieurs fois les mêmes expériences. Pour ne pas être diffus, je me bornerai à rapporter les résultats que j'ai obtenus, et ne citerai que les observations qui sont absolument nécessaires pour les établir.

Action de la potasse sur le chlorure d'or.

Lorsque l'on verse de la potasse dans une solution de chlorure d'or, en ayant soin de ne pas en ajouter un excès par rapport à la quantité de chlore dont elle doit s'emparer, il ne se fait pas sur-le-champ de précipité ; mais la liqueur perd sa couleur dorée pour prendre une teinte rouge-brunâtre. Cet effet est dû à la saturation de l'acide hydrochlorique que contient presque toujours le chlorure d'or. Le précipité, qui n'a pas eu lieu instantanément, commence à se manifester au bout de quelques heures : on peut déterminer très-promptement sa forma-

tion en élevant la température. Quoi qu'il en soit, il est d'un jaune rougeâtre, très-léger, très-volumineux; sa quantité varie, suivant certaines circonstances qui ont fait l'objet de nos recherches, et que nous allons rapporter. Dans tous les cas, il ne donne jamais la quantité de l'or employé, et n'en représente au plus que les cinq sixièmes.

Lorsqu'on emploie pour la précipitation de l'oxide d'or un grand excès d'alcali, on obtient infiniment moins d'oxide, et même si l'alcali a été ajouté peu à peu, le précipité formé par les premières portions d'alcali se redissout en grande partie dans les secondes. Le précipité qu'on obtient dans ce dernier cas non-seulement diffère du précédent par sa quantité, mais encore par son aspect et sa nature. Les liqueurs dans lesquelles les précipités se sont formés sont aussi différentes. Dans le premier cas, elles sont d'un jaune rougeâtre; dans le second, elles sont d'un vert jaunâtre, d'autant plus faible, qu'on a mis plus de potasse; la couleur même peut être insensible si les liqueurs ne sont pas trop concentrées. Nous allons examiner plus particulièrement ce qui se passe dans ces différens cas.

Le précipité rouge floconneux obtenu au moyen de la potasse *non en excès*, lavé à l'eau bouillante, cède à celle-ci du chlorure d'or non décomposé, et du chlorure de potassium provenant de la réaction de la potasse. Ces chlorures étaient retenus, interposés entre les molécules de l'oxide d'or.

Les eaux de lavages, d'abord très-colorées, cessent bientôt de l'être. Cependant on y retrouve toujours des traces d'or. M. Vauquelin, qui a reconnu l'impossibilité d'ob-

tenir, dans ce cas, des eaux de lavages entièrement privées d'or, alors même qu'on n'y peut plus démontrer ni chlore ni acide hydrochlorique, pense que l'oxide d'or est par lui-même soluble dans l'eau ; ce qu'il y a de certain, c'est qu'il est très-soluble dans un excès d'alcali : en effet, si, sans mettre un grand excès d'alcali, ce qui donnerait lieu à de nouveaux phénomènes, on a dépassé le point que nous avons indiqué, on remarque que les deuxième et troisième lavages sont aussi foncés que le premier, et qu'à un degré de chaleur insuffisant pour la décomposition du chlorure d'or, ils laissent déposer de l'oxide, et même de l'or à l'état métallique, provenant probablement d'une partie de l'oxide qui se réduit à la température qu'acquièrent les liqueurs. Des expériences subséquentes éclaireront ceci : revenons au premier précipité obtenu.

Ce précipité lavé à l'eau bouillante, et ensuite traité par de l'acide nitrique un peu étendu d'eau, ne cède à celui-ci que des traces de chlorure d'or, qu'on retrouve dans les premières portions de l'acide, si on l'a partagé en plusieurs fractions. Quelquefois on retrouve dans l'acide nitrique un peu de nitrate de potasse. Cela a lieu lorsqu'on a employé la potasse en petit excès, et qu'on n'a pas parfaitement lavé le précipité à l'eau bouillante.

Purifié par les moyens que nous avons indiqués, et desséché à l'air libre, le précipité se présente sous forme d'une poudre d'un brun marron, et est entièrement soluble dans l'acide hydrochlorique. Cette dessiccation à l'air libre est très-longue, parce que c'est un oxide hydraté. Si on le dessèche à la chaleur de l'eau bouillante, il diminue considérablement de volume, et se

présente sous forme de poudre noire; dans cet état, il est *déshydraté*; mais il est impossible de l'amener à ce point sans en réduire une partie; aussi n'est-il pas entièrement soluble dans l'acide hydrochlorique. M. Oberkampft considère le précipité qui nous occupe comme un muriate d'or avec excès d'oxide. M. Vauquelin le regarde comme l'oxide d'or; il pense que l'acide muriatique qu'il peut retenir n'est qu'accidentel, et qu'on peut l'en dépouiller. L'expérience me fait partager l'opinion de ce dernier chimiste. J'observerai néanmoins que c'est du chlorure d'or qu'il retient quelquefois, et dont on le dépouille par l'acide nitrique, et qu'avant sa dessiccation au bain-marie il est à l'état d'hydrate.

M. Oberkampft explique la diminution du précipité, et son changement de couleur au moyen des traitemens par la potasse, en admettant que cette base salifiable dépouille l'oxide d'or des dernières traces d'acide. Je pense, au contraire, que la potasse agit ici en s'emparant ou déterminant l'expulsion de l'eau qui constituait l'oxide en oxide hydraté. Si elle enlève du chlore ou de l'acide hydrochlorique, cet effet est accessoire, puisqu'on peut enlever ces corps par les lavages et l'acide nitrique.

La liqueur au milieu de laquelle le précipité d'oxide d'or hydraté s'est formé au moyen de la potasse, donne, par l'évaporation, du chlorure de potassium, imprégné de chlorure d'or. Si on a employé la potasse en léger excès, alors les phénomènes se compliquent, et l'on rentre dans le cas où la potasse en grand excès agit sur le chlorure d'or. Nous allons examiner ce qui se passe dans cette circonstance.

Lorsque l'on met un grand excès de potasse dans une

solution de chlorure d'or, la liqueur, qui s'était d'abord foncée en couleur par les premières portions d'alcali, se décolore rapidement, surtout à l'aide de la chaleur, et ne conserve qu'une teinte jaune-verdâtre qui disparaît même en l'étendant avec de l'eau. En même temps que ces changemens s'opèrent, il se précipite une poudre noirâtre. Ce précipité est d'autant moins abondant, qu'on a employé plus d'alcali ; dans tous les cas, il ne s'élève jamais au dixième de la quantité de métal employé. Cette poudre noire est de l'oxide d'or déshydraté et retenant un peu de potasse : or, comme elle ne représente que la plus petite partie de l'or employé, il faut que celui-ci se retrouve dans la dissolution ; mais dans quel état y existe-t-il, et pourquoi la liqueur n'a-t-elle pas la couleur que l'or communique à ses solutions ordinaires ?

Dans un Mémoire que nous lûmes à la Société de Pharmacie, le 15 février 1811, M. Duportal et moi, nous signalâmes ces combinaisons incolores, dont, à cette époque, n'avait parlé, que je sache, aucun chimiste. Cependant elles n'avaient pas échappé à la sagacité de M. Vauquelin, qui en fait une mention toute particulière dans un Mémoire sur les préparations d'or usitées en médecine, Mémoire qu'il lut aussi, le même jour, à la Société de Pharmacie.

Je n'osai alors émettre aucune opinion sur la nature de ces combinaisons (car on peut en obtenir d'analogues avec d'autres bases salifiables). M. Vauquelin les regardait comme des combinaisons triples ; ainsi, celui obtenu par la potasse était, selon ce chimiste, un muriate triple d'or et de potasse. Les expériences que je vais rapporter m'empêchent de partager l'opinion de mon respectable

maître, opinion qui d'ailleurs était la seule admissible à l'époque où il s'occupa de cet objet. Avant de m'expliquer, je dois faire connaître ou rappeler quelques propriétés de ces dissolutions.

La liqueur incolore devient d'un jaune magnifique, non-seulement par l'addition de l'acide hydrochlorique, mais encore par celle de tous les acides, même les plus faibles, et par conséquent incapables de décomposer le chlorure de potassium (hydrochlorate de potasse), et encore moins le chlorure d'or qui résiste à tous les acides.

Le chlore détermine également dans ces liqueurs une couleur jaune qui disparaît de nouveau par l'addition d'une nouvelle quantité d'alcali. Par l'évaporation, les liqueurs se foncent en couleur et redeviennent jaunâtres. Cependant on peut avec des précautions obtenir des cristaux qui fondent blanc dans l'eau, et se colorent par les acides.

Ces faits, et quelques autres que je vais rapporter plus bas, me font penser que, dans les liqueurs incolores, l'or existe à l'état d'oxide, combiné aux bases salifiables, et faisant fonction d'acide. Ainsi, avec la potasse il forme une sorte d'*aurate de potasse* (1), comme l'oxide d'étain et celui d'antimoine forment des stannates et des antimoniates de potasse. En effet, l'opposition que l'oxide d'or présente à s'unir aux acides ne démontre-t-elle pas déjà que cet oxide est lui-même porté à faire

(1) Cette expression n'est pas nouvelle. M. le Comte Berthollet avait désigné l'or fulminant sous le nom d'*aurate d'ammoniaque*.

fonction d'acide, par rapport aux bases salifiables. Que pourrait-on d'ailleurs opposer de plausible à cette manière de considérer l'oxide d'or ? Serait-ce le peu d'affinité que l'or a pour l'oxigène ? Mais on sait que les substances acidifiables ne sont pas toujours celles qui ont le plus d'affinité pour l'oxigène.

En admettant cette hypothèse, à laquelle des observations subséquentes donneront, j'espère, tous les caractères d'une vérité démontrée, et en admettant aussi que, dans sa solution dans l'eau régale, l'or est à l'état de chlorure, tous les faits relatifs à ce métal s'expliquent avec une grande facilité, et les anomalies observées jusqu'à ce jour rentrent dans la théorie générale. Ainsi, l'on voit pourquoi l'addition des alcalis dans les dissolutions d'or n'en précipite pas de suite l'or à l'état d'oxide. En effet, lorsque l'on verse un alcali dans une dissolution saline qui contient un oxide tout formé, l'alcali, s'emparant de l'acide, précipite sur-le-champ l'oxide que celui-ci tenait en dissolution ; mais, dans la solution d'or par le chlore, l'or n'est pas oxidé : il faut donc que l'oxide se forme par la présence de la base salifiable. Ainsi, avec la potasse, l'oxigène de celle-ci se porte sur l'or, tandis que le chlore s'unit au potassium : or, l'on conçoit que cet effet a lieu d'autant plus difficilement que le métal oxidant a moins d'affinité pour l'oxigène, et plus d'affinité pour le chlore.

Lorsque l'on n'emploie pas assez de potasse, une partie du chlorure doit rester indécomposée ; mais lorsqu'on met plus de potasse, tout le chlorure d'or est décomposé, et l'excès de potasse s'unit à l'oxide d'or, qu'il dissout, à cela près d'une petite quantité qui, en perdant l'eau à

laquelle elle était combinée, acquiert de la cohésion, et se soustrait ainsi à l'action dissolvante de la potasse.

La liqueur incolore consiste donc dans un mélange d'*aurate de potasse* et de chlorure de potassium. On conçoit alors comment elle est décomposée et rendue colorée par l'addition de tous les acides; car, au moment où un acide, si faible qu'il soit, se trouve au contact de l'aurate de potasse et du chlorure de potassium, l'oxigène de l'or doit se porter sur le potassium, augmenter la masse de la potasse qui se combine à l'acide, tandis que le chlore s'unit à l'or réduit.

L'action du chlore sur la dissolution incolore s'explique également bien dans notre hypothèse. Cependant, comme jusqu'ici nous n'avons pas encore présenté l'oxide d'or dissous par la potasse, dans une liqueur exempte de tout chlorure ou hydrochlorate alcalin, ne pourrait-on pas, malgré la clarté de notre théorie, la rejeter comme non démontrée? J'avoue que je n'y attacherais moi-même aucune confiance, si je n'étais parvenu, dans les expériences suivantes, à remplir les conditions qu'on pourrait exiger.

En décomposant du chlorure d'or par un excès de magnésie, j'ai obtenu un mélange d'oxide d'or et d'oxide de magnésium; par des lavages réitérés à l'eau bouillante, je l'ai entièrement privé d'hydrochlorate magnésien, et dans cet état, je l'ai traité par une solution de potasse caustique. La dissolution, filtrée et étendue d'eau, devenait d'un beau jaune par l'addition de l'acide hydrochlorique en excès.

La potasse avait donc dissous de l'oxide d'or indépendamment de tout chlorure.

Cette solution d'oxide d'or dans la potasse présentait avec les acides des phénomènes singuliers.

Au moment où la potasse venait à être saturée par les acides nitrique, sulfurique, ou tout autre (l'acide hydrochlorique et les acides non saturés d'oxigène exceptés), il se faisait un précipité jaunâtre floconneux qui bientôt passait au violet, et même au noir, selon que les liqueurs étaient plus ou moins concentrées. Si, avant d'ajouter un acide, on introduit dans la liqueur un chlorure ou un hydrochlorate, alors, par l'addition d'un acide, elle prend une belle couleur dorée.

Ces expériences viennent toutes à l'appui des assertions que j'ai émises. Je ne crois pas nécessaire de les commenter ici.

Nous avons d'ailleurs répété ces expériences avec de l'oxide d'or hydraté, préparé par un autre procédé. Celui, par exemple, qu'on obtient en ajoutant de l'eau dans une solution d'oxide d'or, par l'acide nitrique, nous a parfaitement réussi.

Nous verrons plus bas que l'oxide d'or peut se combiner avec d'autres bases salifiables.

La dissolution de l'oxide d'or dans la potasse est toujours alcaline, elle peut être étendue d'eau sans qu'elle éprouve d'altération. Je n'ai pu l'obtenir cristallisée régulièrement par l'évaporation; elle abandonne toujours un peu d'oxide déshydraté.

Après m'être assuré que l'oxide d'or, étant soluble dans la potasse, peut être retenu en solution par cet alcali en excès, j'ai voulu voir si ce chlorure de potassium jouissait de la même propriété : à cet effet, j'ai mis de l'oxide d'or bien pur dans une dissolution de chlorure de potas-

sium, et j'ai fait bouillir; l'oxide a diminué de volume, s'est en partie dissous, et la solution était sensiblement colorée en jaune; elle était aussi devenue légèrement alcaline; je l'ai étendue d'eau jusqu'au point où elle était incolore. J'y ai ajouté quelques gouttes d'acide hydrochlorique, aussitôt la couleur jaune a paru.

Les mêmes résultats ont été obtenus avec les chlorures de sodium et de barium. Il se forme donc, par l'action des chlorures alcalins sur l'oxide d'or, du chlorure d'or et de l'*aurate d'alcali*. Cette expérience explique comment un grand excès d'acide hydrochlorique dans le chlorure d'or, donnant lieu à une masse proportionnelle de chlorure de potassium, peut s'opposer à la précipitation de l'oxide d'or par la potasse (1).

La soude se comporte avec le chlorure d'or d'une manière toute semblable à celle qu'on vient de décrire. Nous avons, du reste, fait peu d'expériences avec cette base, parce que nous n'apercevions pas de différences entre ce que nous observions et ce que nous avions déjà vu avec la potasse; nous nous sommes, au contraire, plus étendus sur l'action que la baryte exerce sur le chlorure d'or. Nous rapporterons le résultat de nos observations.

---

(1) En ajoutant un acide dans un mélange d'aurate alcalin et de chlorure de potassium, on reforme une nouvelle quantité de chlorure d'or décomposable en partie par une nouvelle quantité de potasse; ce qui peut expliquer l'expérience que M. Figuier a consignée dans les *Annales de Physique* 1816, en ne lui accordant pas une précision mathématique.

(*La suite au Cahier prochain*).

Considérations *sur l'Arôme.*

Par M. Robiquet.

Boerhaave attribuait les émanations odorantes à un fluide subtil qu'il regardait comme susceptible d'exercer une grande influence sur les phénomènes de la végétation et sur l'économie animale. Il l'avait nommé *esprit recteur.* Bientôt après on fut obligé de restreindre cette idée et de la modifier, de manière à reconnaître plusieurs espèces d'esprit recteur, et Macquer en distingua d'acides, d'alcalins et d'huileux; il admit cependant que cette effluve odorante était le plus ordinairement composée d'une huile plus ou moins ténue et d'un acide subtil. A l'époque où on régénéra le langage chimique, on changea l'expression d'esprit recteur, pour lui substituer le nom d'*arôme.* Ce principe fugace une fois distingué, il fallut lui assigner un rang dans l'ensemble systématique des corps, et il fut placé au nombre des produits immédiats des végétaux; mais la plus grande difficulté fut de le caractériser par des propriétés qui lui appartinssent exclusivement : on l'examina de plus près, et on ne tarda point à s'apercevoir que, perpétuellement différent de lui-même, son existence, comme principe, ne pouvait plus se soutenir; et Fourcroy, le premier, le relégua parmi les êtres imaginaires. Cet illustre chimiste, en cherchant à renverser les opinions établies par Bœrhaave et par Macquer, n'a peut-être réussi qu'à éloigner davantage de la vérité. Il regarda toute espèce d'odeur comme uniquement produite par la simple disso-

lution du corps odorant dans l'air ou dans un liquide : ainsi, les huiles essentielles et tous les aromates devaient leur odeur, selon Fourcroy, à une portion d'eux mêmes complètement dissoute dans l'air, dans l'eau ou dans l'alcool. On ne borna point cette idée aux corps réputés jusqu'alors aromatiques ; mais on l'étendit à tous en général, et on admit, d'après le même auteur, que chaque substance avait son odeur particulière et relative à sa volatilité et à sa solubilité. On admit encore comme une conséquence de cette opinion, que les composés qui contenaient un principe volatil lui devaient leur odeur particulière, et il fut établi que l'arôme des plantes aromatiques résidait uniquement dans les huiles essentielles, d'où résultait que les eaux distillées odorantes devaient toutes leurs propriétés à une portion de cette huile retenue en complète dissolution dans l'eau. Telle fut l'opinion émise et soutenue dans le Mémoire publié, en 1798, par Fourcroy. Les expériences de Prevost et de Venturi vinrent ensuite en appuyer les résultats. Depuis cette époque, nulle objection n'a été énoncée, et cette manière de voir, modifiée par les nouvelles connaissances acquises sur le développement des gaz dans l'espace, est encore celle de tous les chimistes actuels. On a toujours pu néanmoins opposer quelques faits qui s'accordent assez mal avec cette théorie. On connaît, par exemple, des corps tels que le musc, qui ne sont pas sensiblement volatils et qui répandent une odeur très-vive. Il y a aussi des huiles essentielles dont les solutions dans l'eau sont loin de représenter l'arôme de la partie du végétal qui les a fournies. L'odeur de l'essence de fleurs d'oranger n'a, pour ainsi dire, aucune analogie avec l'odeur de

l'eau distillée sur la même fleur. Plusieurs autres sont dans le même cas. Enfin, il existe un assez grand nombre de fleurs très odorantes, comme celles du jasmin, de l'héliotrope et de la tubéreuse, qui sont totalement dépourvues d'huile essentielle, ou du moins dont on n'en retire aucune portion. Il est donc probable qu'on n'a point encore saisi la véritable cause de l'odeur pour un certain nombre de substances. J'ai eu occasion de faire quelques observations qui viennent fortifier cette idée.

En faisant des recherches sur la présence de l'acide prussique dans quelques matières végétales, et particulièrement dans les amandes des fruits à noyau, j'ai été conduit à des résultats qui m'ont paru assez intéressans pour mériter d'être publiés.

Il existe, comme on sait, une analogie frappante entre l'odeur de l'acide prussique et celle de quelques produits végétaux, et même, d'après les expériences de plusieurs chimistes, on est assez généralement dans la persuasion que c'est réellement à cet acide que les amandes amères, les amandes du prunier des Alpes, la fleur de pêcher, la fleur du laurier-cerise, etc. doivent et leur arôme et leurs effets délétères. MM. Vauquelin et Schrader en ont démontré la présence dans plusieurs végétaux. Il nous semble cependant difficile d'admettre qu'un produit si éphémère et si fugace soit susceptible de se conserver dans ces substances, presque indéfiniment. Comment concevoir, en effet, que le résidu des amandes amères dont on a séparé l'huile fixe par expression, reste imprégné, et pour un temps presque illimité, de cette odeur prussique. M. Martrès, pharmacien à Montauban, et M. Vogel, de Munich, tout en admettant la présence de l'acide prus-

sique dans les amandes amères, ont cependant établi qu'elles contenaient une huile essentielle dont ils ont fait connaître plusieurs propriétés, et entre autres celle d'avoir une odeur d'acide prussique bien prononcée. J'avais entrepris, conjointement avec mon confrère M. Converschel, quelques expériences sur les changemens qui s'opèrent, pendant le développement de l'amande, dans les fruits à noyau, et voici une de nos observations. Nous avons pris des abricots au moment où le noyau ne contient encore qu'une substance glaireuse, transparente, et dans laquelle on distingue à peine l'origine de l'embryon végétal. Cette substance gélatineuse a donné par expression un suc un peu laiteux, d'une odeur fade, semblable à celle de la fécule qu'on a fait bouillir dans l'eau. Ce suc, étant filtré, est très-liquide; il acquiert avec le temps une odeur d'amandes amères; et si immédiatement après son extraction on y ajoute un fragment de potasse, il s'y manifeste aussitôt une odeur ammoniacale, et, chose assez remarquable, c'est que si on réitère cette expérience à différentes époques, on voit que la potasse développe d'autant plus d'ammoniaque que le suc a acquis une odeur plus prononcée d'acide prussique. Nous avons également observé que le même suc distillé seul ne donne aucune trace d'huile volatile, tandis qu'il en fournit une assez grande quantité si on lui ajoute, avant de le distiller, un peu de magnésie calcinée. On obtient alors une eau très-odorante, légèrement ammoniacale, et une huile extrêmement limpide; plus tard, l'eau devient laiteuse, parce que, chargée d'une plus grande quantité d'ammoniaque, elle retient l'huile en suspension. Cette coïncidence du développement de l'odeur et de l'alcali volatil

me rappela un fait que j'avais observé il y a plusieurs années, et qui se trouve consigné dans l'analyse du tabac publiée par M. Vauquelin dans les *Annales du Muséum*. Voici en quoi il consiste : une infusion de feuilles de tabac, après avoir été précipitée par l'acétate de plomb, reprise par l'hydrogène sulfuré, filtrée, etc., étant soumise à la distillation, ne donne pour produit qu'une liqueur d'une odeur fade et herbacée; mais si on ajoute de la potasse et de l'ammoniaque, cette odeur devient si vive et si pénétrante qu'il est impossible de la supporter. Cette observation se trouve d'accord avec ce qu'on pratique journellement dans les manufactures de tabac. On sait que pour lui donner du montant, on lui fait subir un commencement de fermentation, et qu'il se développe de l'ammoniaque par suite de la décomposition de la matière végéto-animale ; et on sait aussi que pour rehausser le tabac de qualité inférieure, celui, par exemple, qui provient de l'écôtage, il suffit de lui mêler une petite quantité de carbonate d'ammoniaque ; tandis qu'on peut annuller l'odeur du meilleur tabac en le mélangeant avec un peu d'acide tartarique pulvérisé : on ne distingue plus alors qu'une odeur d'acide acétique due à la décomposition de l'acétate d'ammoniaque contenu dans le tabac préparé.

N'est-il pas assez probable, d'après cela, que l'ammoniaque contribue pour beaucoup à l'existence de l'odeur dans les deux circonstances citées. Je vais indiquer maintenant plusieurs autres faits qui viennent à l'appui des précédens. M. Vogel, en décrivant les propriétés de l'huile essentielle d'amandes amères, dit que, exposée à l'air, elle se concrète, se cristallise et devient inodore.

Il attribue ce phénomène à l'absorption d'une certaine quantité d'oxigène. Ce chimiste se fonde sur ce que cette huile solidifiée peut de nouveau reprendre son odeur primitive en l'agitant avec quelques gouttes d'hydrosulfate d'ammoniaque; mais d'après les observations précédentes, il me paraît bien plus probable que, dans ce dernier cas, c'est l'ammoniaque, et non l'hydrogène sulfuré, qui joue le rôle principal. Ce qu'il y a de certain, c'est que le suc d'amandes d'abricot pris avant que l'odeur d'amandes ne se soit développée, c'est-à-dire, immédiatement après son extraction, perd la faculté de devenir odorant, si préalablement on l'a agité pendant quelques instans avec un peu d'éther. Cette expérience se fait ordinairement dans un long tube; l'éther, surnageant, donne, par son évaporation spontanée, quelques traces d'huile grasse imprégnée d'une légère odeur. Quant au suc ainsi lavé par de l'éther, il ne jouit plus, ainsi que nous venons de le dire, de la propriété de devenir odorant avec le temps, et cependant il n'en conserve pas moins la faculté de donner de l'ammoniaque par l'addition des alcalis. J'ai dit plus haut que MM. Marstrès et Vogel avaient reconnu dans les amandes amères la présence d'une huile essentielle caractérisée par une odeur d'acide prussique. Je regarde maintenant l'existence de cette huile essentielle comme assez douteuse, et je crois plus probable que ce produit volatil qu'on obtient en distillant l'émulsion d'amandes amères, n'est autre chose qu'une combinaison d'un principe particulier contenu dans l'amande avec une certaine quantité d'ammoniaque ou de ses élémens. Voici sur quoi je me fonde: on aura sans doute remarqué que je n'avais obtenu aucune

portion de cette prétendue huile essentielle en distillant le suc d'amandes d'abricot récemment extrait; tandis que ce même suc distillé sur de la magnésie calcinée, en avait fourni une quantité notable. Il résulte en outre des expériences de M. Vogel, que ce produit volatil, exposé à l'air, se concrète, se cristallise, devient inodore et ne se vaporise plus. Il attribue ce phénomène, comme je l'ai dit, à l'absorption d'une certaine quantité d'oxigène; mais je le regarde comme dû à la perte de l'ammoniaque. On connait enfin la grande affinité qui existe entre les huiles essentielles et les huiles grasses passées, et l'on ne voit pas pourquoi ces deux produits ne se mélangeraient pas quand on soumet les amandes amères à une forte expression : or, cela n'a pas lieu, si toutefois on évite d'employer le secours de la chaleur; c'est un fait qui a été bien constaté par M. Planche, et que j'ai eu occasion de vérifier moi-même. J'ai obtenu, des amandes amères, une huile tout aussi inodore et insipide que celle qu'on retire, en même circonstance, des amandes douces; mais si on fait chauffer légèrement les plaques, comme cela se pratique assez ordinairement, alors la combinaison s'opère et l'huile est odorante. Je ne pense pas qu'on puisse douter, d'après tout ce qui précède, que l'odeur que contracte le suc d'amandes avec le temps ne soit réellement due au développement de l'ammoniaque; mais cette odeur est-elle le résultat d'une combinaison intime de l'huile essentielle avec l'ammoniaque, ou celle-ci ne doit-elle être considérée que comme fournissant un véhicule convenable au développement de l'odeur? C'est ce que je ne saurais expliquer maintenant. J'espère pouvoir revenir plus tard sur cette intéressante question.

Il serait possible que malgré ce que je viens de dire, on ne vît point encore de difficulté à admettre la formation continue d'acide prussique, et qu'on voulût attribuer à la présence de cet acide l'odeur si fortement indiquée par l'analogie. J'opposerai l'expérience suivante à ceux qui pourraient partager cette opinion. J'ai pris une certaine quantité de suc d'amandes d'abricot préparé depuis plusieurs jours, et très-odorant. Je l'ai versé dans un tube sur de l'oxide rouge de mercure porphyrisé, j'ai agité à plusieurs reprises, et n'ai pas aperçu le moindre changement dans l'intensité de l'odeur. Ces substances, restées en contact pendant plusieurs jours, n'ont présenté aucun phénomène nouveau. Il n'y a cependant pas de doute que, dans ce cas, l'acide prussique ne dût être absorbé au fur et à mesure de sa formation, et puisque l'odeur a continué à se manifester, il faut en conclure, à mon avis, que l'acide prussique n'y contribue pour rien.

Je ne doute pas que l'influence de l'ammoniaque ne se manifeste dans beaucoup d'autres circonstances analogues, et que très-souvent elle ne devienne ainsi la cause occasionnelle des odeurs. Il me sera facile d'en indiquer plusieurs dès à présent. On trouve, dans le Mémoire de M. Chevreul sur le *Squalus peregrinus*, que le cartilage, que l'huile contenue dans le sperme et que la liqueur extraite des cavités intervertébrales de ce poisson, ne sont que peu ou point odorantes dans leur état de fraîcheur ; mais que toutes ces substances acquièrent une odeur des plus prononcées à mesure que la décomposition a lieu, et qu'il se développe, à cette époque, beaucoup d'ammoniaque. Je citerai un autre fait récemment observé par MM. Guibourt et Blondeau ; ces deux jeunes

pharmaciens ont publié conjointement une analyse du musc. La première expérience qu'on trouve rapportée dans cette analyse est celle-ci : du musc tunquin introduit dans une petite cornue et soumis à la chaleur du bain-marie, a donné pour produit un eau très-ammoniacale ; le musc, ainsi desséché, avait perdu presque toute son odeur. Ces chimistes n'ont d'ailleurs rien inféré de cette expérience, qui, d'après les idées que je viens d'énoncer, peut jeter quelque jour sur une pratique observée dès long-temps dans l'art de la parfumerie. Il y a certains corps qui, pour fournir leur arôme, ont besoin d'être mélangés avec d'autres substances plus frappantes, et dont l'émanation sert de véhicule au moins volatil. C'est ainsi qu'on ne retire qu'un très-léger parfum de l'ambre gris employé seul ; tandis que, délayé avec un peu de musc, il développe une odeur des plus prononcées. Ne peut-on pas encore admettre, dans ce dernier cas, que l'augmentation d'odeur est déterminée, au moins en grande partie, par la vapeur ammoniacale du musc. Cette supposition est d'ailleurs conforme à l'usage des parfumeurs qui exposent le musc ou autres aromates dans les latrines lorsqu'ils ont perdu de leur qualité.

Il me paraît suffisamment démontré que, dans beaucoup de cas différens, l'ammoniaque prête, pour ainsi dire, de sa volatilité à des corps dont l'odeur sans cet auxiliaire serait à peine sensible. Je suis loin de prétendre généraliser cette observation ; mais si on doit admettre avec Fourcroy que toute émanation odorante est le résultat d'une vaporisation dans la portion d'air qui vient affecter notre organe, je ne pense pas, comme cet illustre chimiste, que l'odeur soit constamment due à

une pure et simple dissolution du corps odorant dans ce fluide élastique ; mais je crois que cette dissolution ne peut souvent s'effectuer qu'à l'aide d'un intermède, et que cet intermède pourra varier suivant le corps, absolument de la même manière que cela a lieu pour les matières colorantes qui ne peuvent être fixées sur un tissu qu'à l'aide d'un mordant approprié à leur nature particulière. Pour appuyer cette manière de voir sur quelques données positives, j'indiquerai ce qui a lieu relativement à l'huile essentielle de quelques crucifères, et particulièrement celle de la semence du *sinapis nigra*. J'ai remarqué, en répétant quelques-unes des expériences de M. Thibierge, que cette huile essentielle se dépouillait de son odeur par son séjour sur des surfaces métalliques bien décapées, et qu'il en résultait un sulfure et une huile inodore. Ce serait donc ici, par l'intermède du soufre, que cette huile acquiérerait une odeur si pénétrante. Peut-être même serait-il nécessaire d'ajouter à cette sorte de combinaison un autre véhicule ; car on sait que l'addition d'un peu d'acide acétique exhale beaucoup l'odeur de la moutarde.

Il résulte, selon moi, de tous les faits énoncés, que l'odeur qui se répand dans l'air ne doit plus être en général attribuée à une simple volatilisation ou émanation produite par le corps odorant lui-même ; mais bien, dans beaucoup de cas, à un gaz ou vapeur résultant de sa combinaison avec un véhicule approprié et susceptible de se répandre dans l'espace, suivant les lois connues. Relativement aux eaux distillées odorantes, ce sera, pour plusieurs d'entre elles, une pure dissolution de cette combinaison, et je supposerais volontiers, en me rap-

prochant de l'idée de Macquer, que les huiles essentielles doivent souvent leur odeur à la combinaison d'un véhicule variable avec une huile inodore : ce serait résoudre un problême qui occupe depuis long-temps certains distillateurs qui regrettent de ne pouvoir duper à leur aise, et qui voudraient trouver une huile volatile inodore pour allonger les essences les plus rares et les plus chères. Je terminerai cette note par une dernière observation, c'est que l'analyse de l'essence de térébenthine publiée par M. Houtou-Labillardière, et celle de l'essence de citron que nous devons à M. de Saussure, offrent une identité de résultats qui indiquent une composition semblable, et qui font voir que les différentes odeurs qui les distinguent tiennent à des causes qui influent bien peu sur leur nature entière.

Extrait *d'un Mémoire sur l'Influence du système nerveux sur la chaleur animale.*

Par C. Chossat.

Présenté à l'Académie des Sciences le 15 mai 1820.

Dans un beau travail sur l'influence du cerveau sur l'action du cœur et sur la production de la chaleur animale, M. Brodie établit, 1° que malgré l'insufflation artificielle du poumon, la décapitation fait baisser la chaleur de plusieurs degrés dans une heure; 2° que les animaux décapités et insufflés se refroidissent plus rapi-

dement que les animaux tués par la simple section de la moelle sous l'occipital, et qu'ainsi, après la décapitation, il ne se produit pas de quantité appréciable de chaleur. Le but que je me suis proposé dans le Mémoire dont je présente ici l'extrait a été d'analyser ces résultats importans, et de rechercher de quelle manière le système nerveux influait sur la production de la chaleur.

J'ai fait précéder cet examen de quelques considérations préliminaires, indispensables pour l'appréciation des faits ultérieurement rapportés; ce sont :

1°. *Les phénomènes de la mort par le froid.* Dans des expériences encore inédites, exécutées de concert avec mon ami M. le Dr Prevost, nous avons vu, sur des chiens placés dans le bain froid, la mort survenir à 26° cent. et au-dessous, selon la rapidité plus ou moins grande du refroidissement. A l'autopsie, on observait l'anéantissement à-peu-près complet de l'irritabilité musculaire et du mouvement péristaltique; du sang le plus souvent artériel dans le poumon et dans l'aorte, et ordinairement de la sérosité dans les ventricules cérébraux.

2°. *La marche du refroidissement après la mort.* Le but que je me suis proposé a été de comparer ce refroidissement à celui qui survient après les lésions du système nerveux, afin de déterminer quelle influence ce système pouvait avoir sur la production de la chaleur.

1re *Expérience.* Dans un animal mort de syncope, à la suite de la section de la moelle épinière, la température initiale, au moment de la mort, étant de 40°,5, j'ai trouvé que pour l'abaisser :

de { 40°,0 à 31°,7 } { 31°,7 à 23°,9 } il a fallu { 3h. 30′ / 7h. }

En divisant le nombre des degrés par celui des heures employées à les parcourir, on obtient ce que j'appellerai par la suite l'abaissement moyen de la chaleur animale, c'est-à-dire, la quantité moyenne dont la chaleur s'est abaissée pendant l'heure, entre telles limites que l'on aura choisies. En adoptant celles de :

$$40^\circ \text{ à } 32^\circ$$
$$32^\circ \text{ à } 24^\circ,$$

je trouve, d'après les valeurs ci-dessus :

$$\text{Abaissem. moy.} = \begin{cases} 1^{\text{res}} \text{ limites} = \frac{8^\circ,3}{3\text{h},5} = 2^\circ,37 \text{ par heure.} \\ 2^{\text{es}} \text{ limites} = \frac{7^\circ,8}{7\text{h},0} = 1^\circ,11 \text{ par heure.} \end{cases}$$

Après ces préliminaires, je passe à l'objet plus spécial du Mémoire.

On pouvait objecter aux expériences de M. Brodie, 1° que l'insufflation pulmonaire, après la décapitation, était une cause de refroidissement capable à elle seule de faire périr l'animal ; 2° que la section de la 8^{me} paire, et par conséquent la décapitation, produisaient une infiltration des poumons qui devait gêner les phénomènes chimiques de la respiration. Il fallait donc voir quels effets produisaient les lésions du cerveau qui n'interrompaient point la respiration, et laissaient le poumon sous l'influence de la 8^{me} paire. J'y suis parvenu par l'expérience suivante :

2^{me} *Expérience.* Section du cerveau pratiquée verticalement au-devant du pont de varole ; respiration spontanée ; mort, la 12^{e} heure, avec tous les caractères de la mort par le froid. La chaleur animale s'est abaissée

de 40° à 24°; mais en suivant une marche un peu différente de celle du simple refroidissement après la mort, comme le fait voir la détermination de l'abaissement moyen entre les limites adoptées pour l'expérience première. Je trouve en effet, dans la 2me expérience :

$$\text{Abaissement moyen.} = \begin{cases} \frac{40°,0 - 31°,7}{2\text{ h. }30'} = 2°,93 \text{ par heure.} \\ \frac{31°,7 - 24°,2}{9\text{ h. }0'} = 0°,85 \text{ par heure.} \end{cases}$$

3me *Expérience.* Un chien a été soumis à une forte commotion suivie de perte de connaissance et de cessation absolue de la respiration : on a pratiqué la respiration artificielle pendant toute la durée de l'expérience : mort, la 11me heure, à 22°,3.

$$\text{Abaissement moyen} = \begin{cases} \frac{39°,3 - 31°,7}{3\text{ h. }50'} = 2°,17. \\ \frac{31°,7 - 23°,9}{6\text{ h. }0'} = 1°,30. \end{cases}$$

4me *Expérience.* On injecte dans la veine jugulaire la décoction de 0gr,3 d'opium brut dans 16gr d'eau : mort, la 22me heure, à 22°,8 :

$$\text{Abaissement moyen} = \begin{cases} \frac{39°,8 - 31°,9}{3\text{ h. }30'} = 2°,25 \\ \frac{31°,9 - 23°,9}{15\text{ h. }5'} = 0°,53. \end{cases}$$

En rapprochant les valeurs de l'abaissement moyen fournies par la première partie des expériences 2e, 3e et 4e, savoir :

Section du cerveau,	2°,93 ;
Commotion violente,	2°,17 ;
Opium,	2°,25.
Moyenne. . . .	2°,45.

On est frappé sans doute de voir des expériences aussi différentes présenter des résultats si peu divergens. Il était naturel d'en conclure l'existence d'une cause générale indépendante de la forme de la lésion, et qui, dans les trois cas, avait agi d'une manière absolument semblable.

Or, une circonstance commune de ces trois lésions étant l'abolition plus ou moins complète des fonctions cérébrales, il était naturel de rechercher si ce n'était pas dans les organes spécialement sous l'influence du cerveau que se trouverait la cause plus immédiate de l'abaissement de la chaleur. Deux questions à résoudre se présentaient alors; l'une, de rechercher si le refroidissement ne tenait pas à la cessation de l'influence de la huitième paire sur le poumon; l'autre, si ce même effet ne pouvait pas dépendre de la paralysie de la moelle épinière. Je vais exposer le résultat de ces deux séries d'expériences, en commençant par celles qui ont rapport à la huitième paire.

I. *Section des nerfs pneumogastriques.*

Legallois avait conclu de ses expériences qu'après la section de la huitième paire, l'animal périssait d'une asphyxie causée par l'infiltration, soit de sang, soit de sérosité dans le parenchyme du poumon. Mes recherches particulières, tout en confirmant la justesse de cette observation chez les *jeunes* lapins (sur lesquels Legallois paraît avoir principalement opéré), me portent à infirmer cette assertion énoncée d'une manière générale; car, loin de périr asphyxiés, les chiens adultes m'ont

offert du sang artériel dans le parenchyme pulmonaire, et quelquefois même dans l'aorte. La cause de la mort chez ces animaux, c'est l'abaissement progressif de la chaleur; car la vie ne cesse que lorsque le refroidissement est assez considérable pour que seul, indépendamment de toute autre cause, il produise nécessairement la mort.

5me *Expérience.* On adapte à la trachée un tube respiratoire, et l'on coupe les deux nerfs pneumogastriques. Mort, la 60me heure, à 20°,7. Pendant les trente-six heures qui ont suivi l'opération, il y a eu de nombreuses oscillations de la chaleur entre 36° et 38°,6; phénomène qui s'est reproduit quand on a répété l'expérience.

Dans trois sections de la huitième paire, l'abaissement a été, pour la première partie de l'expérience :

Expérience 5e,	0°,09;
Expérience 6e,	0°,25;
Expérience 7e,	0°,45.
Moyenne,	0°,26.

En comparant cette moyenne avec celle des expériences 2e, 3e et 4e, moyenne que nous avons vu être 2°,45, on voit que la chaleur a baissé dix fois plus rapidement dans ces dernières expériences. L'influence de la huitième paire ne saurait donc expliquer la rapidité de l'abaissement que causent les lésions du cerveau; et cette conclusion se trouve confirmée par le résultat de l'expérience 4e, dans laquelle nous avons vu la chaleur baisser rapidement, bien que la respiration s'exécutât avec liberté.

Toutefois, pour la seconde partie des expériences, on ne retrouve plus cette différence dans l'abaissement moyen, comme on le voit dans le tableau suivant, où la section de la 8e paire se trouve rapprochée du refroidissement après la mort :

	Abaissement moyen. (2e part. des expér.)	
Expér. 1re (refroid. après la mort.)	. . .	1°,11
Expér. 5e (section de la 8e paire)	1°,06	. . .
Expér. 7e (section de la 8e paire)	1°,47	. . .
Moyenne. . .	1°,26	1°,26

Je conclus de là, qu'après la section de la 8e paire, le dégagement de la chaleur s'effectue encore, quoiqu'en moindre proportion, tant que la température du corps se trouve au-dessus d'environ 32°; mais au-dessous de ce terme-là, le corps se refroidit comme un simple cadavre.

Je passe maintenant à la seconde des deux questions que je me suis proposées.

II. *De l'Influence de la moelle épinière sur la chaleur animale.*

a, *section de la portion cervicale de la moelle épinière.* Toutes les sections pratiquées dans cette portion de la moelle épinière ont donné absolument les mêmes résultats; que l'on fût obligé d'entretenir la respiration artificielle comme dans les espaces intervertébraux supé-

rieurs, ou que la respiration s'exécutât en pleine liberté comme dans les espaces inférieurs, il me suffira donc de citer une seule de ces expériences.

8me *Expérience.* Section entre la dernière vertèbre du col et la première du dos. Mort, la 10e heure, à 24° environ.

$$\text{Abaissement moyen} = \frac{40°,0 - 32°,3}{2^h.45'} = 2°,80.$$

Comme on le voit, nous retrouvons, dans toute l'étendue de la portion cervicale de la moelle épinière, la valeur de l'abaissement moyen que nous avaient fourni les lésions du cerveau. L'on ne pouvait donc plus avec M. Brodie regarder la chaleur animale comme étant sous la dépendance immédiate du cerveau, et il était naturel de conclure que la décapitation n'agissait si puissamment sur la chaleur qu'à cause de l'influence que le cerveau exerce sur les fonctions de la moelle épinière.

b, *Sections de la portion dorsale de la moelle épinière.* Sans entrer dans le détail d'aucune de ces expériences, je ferai remarquer que nous voyons apparaitre ici pour la première fois un phénomène que nous n'avons observé dans aucune des expériences précédentes; c'est qu'à dater du 4e ou 5e espace intervertébral du dos, l'abaissement de la chaleur se trouve interrompu par une période de réaction plus ou moins prolongée, image fidèle d'un accès de fièvre, et caractérisé par le frisson, la vitesse et la dureté du pouls, et la réascension de la chaleur animale. Cette réascension, en général d'autant plus tardive et plus faible que la section intéresse un espace plus élevé, a, dans les espaces inférieurs,

fait quelquefois la chaleur au-dessus de l'état initial. (Dans le dernier de ces espaces, j'ai observé 42°,9, la 12e heure de l'opération.) Cette complication empêchant d'appliquer à ces expériences la recherche de l'abaissement moyen, j'ai adopté pour elles un autre mode de comparaison; celui de consigner dans un tableau le plus grand abaissement qui ait été observé, pendant les trois premières heures consécutives à l'opération, sans égard pour les réactions qui ont pu se manifester dans l'intervalle. C'est ce mode de comparaison qui a été adopté pour le tableau suivant :

Désignation des expériences.	*Maximum* d'abaissement.
Expér. 2e, section de l'encéphale.....	8°,3;
Expér. 8e, section de la moelle épinière sous la 7e vertèbre cervicale.....	8°,2;
Expér. 9e, section dans le 1er espace intervertébral du dos.....	7°,6;
Exp. 10e, sect. dans le 2e espace intervertébral	6°,5;
Exp. 11e, sect. dans le 3e espace intervertébral	5°,6;
Exp. 12e, sect. dans le 4e espace intervertébral	4°,9;
Exp. 13e, sect. dans le 5e espace intervertébral	4°,2;
Exp. 14e, sect. dans le 6e espace intervertébral	3°,0;
Exp. 15e, sect. dans le 7e espace intervertébral	2°,5;
Exp. 16e, sect. dans le 8e espace intervertébral	1°,9;
Exp. 17e, sect. dans le 9e espace intervertébral	0°,5;
Exp. 18e, sect. dans le 10e espace intervertébral	1°,2;
Exp. 19e, sect. dans le 11e espace intervertébral	0°,0;
Exp. 20e, sect. dans le 12e espace intervertébral	0°,6.

Je conclus de là :

1°. Que la température baisse en général d'autant moins rapidement que la section a été pratiquée dans un

espace intervertébral plus inférieur. Il est à remarquer que la série des nombres relatifs aux 8 espaces intervertébraux supérieurs du dos, offre un décroissement assez régulier.

2°. L'abaissement étant d'autant plus rapide que la section paralyse un plus grand nombre de nerfs, c'est à cette paralysie, et non point à la lésion locale (toujours la même dans chaque cas), qu'on doit attribuer les phénomènes primitifs.

Or, la portion dorsale de la moelle épinière ne communiquant avec aucune autre espèce de nerfs que les intercostaux et le grand sympathique ; et la distribution des premiers, bornée simplement aux parois du thorax, ne permettant point de les regarder comme les organes au moyen desquels le système nerveux agit sur la chaleur, le nerf grand sympathique peut seul se prêter à l'explication des phénomènes.

Pour agir sur le grand sympathique, le procédé qui m'a paru le plus simple a été d'extraire la capsule surrénale gauche, à la faveur d'une incision sous la 13^{e} côte. Comme le grand sympathique adhère assez fortement à cette capsule, on est à-peu-près sûr de le diviser par cette opération ; mais supposé qu'on n'y réussît pas toujours, on doit le contondre et le tirailler suffisamment pour affaiblir considérablement ses fonctions. Aussi ce procédé, tout imparfait qu'il est, m'a-t-il toujours suffi pour obtenir des résultats tranchés, et dans les deux expériences que je cite, j'ai eu pour abaissement moyen (1):

(1) C'est sans doute une omission essentielle dans mon Mémoire, que de ne point avoir mentionné l'autopsie de ces

Expér. 21^e. (Mort, la 8^e heure, à 27° environ.) $\frac{39°,8 - 32°,3}{4^{h}.\ 0'.} = 1°,90.$

Expér. 22^e. (Mort, la 10^e heure, à 26° environ.) $\frac{38°,7 - 32°,5}{3^{h}.\ 55'} = 1°,58.$

La différence entre l'abaissement moyen de ces expériences et celui des lésions cérébrales s'explique facilement par l'imperfection du procédé opératoire qui n'agit guère que sur l'un des grands sympatiques seulement.

---

deux expériences. Toutefois, comme je n'ai point présentement sous les yeux le journal de mes expériences, il m'est impossible d'y suppléer ici autrement qu'en rapportant ce que j'ai généralement observé dans les cas semblables.

1°. Il n'y a eu ni hémorrhagie ni inflammation quelconque : bien plus, j'ai quelquefois cherché à déterminer une inflammation en injectant dans la plèvre ou le péritoine des substances irritantes (cantharides, etc.) : je n'ai jamais pu réussir à la produire, et la mort est toujours survenue avant les signes non équivoques d'inflammation.

2°. Le nerf se trouve le plus souvent divisé ; quelquefois il ne l'est pas, ou bien la désorganisation *circonscrite* que l'on produit ne permet pas de reconnaître s'il l'a réellement été. Dans tous les cas, la lésion des parties autres que le grand sympathique ne peut avoir aucune influence dans la production des effets sus-mentionnés ; car on ne les observe pas après l'extirpation de l'un des reins : l'animal se rétablit parfaitement bien.

3°. Un symptôme très-remarquable que j'ai toujours observé, je crois, après la lésion du grand sympathique, c'est l'affaiblissement du cœur : quelquefois même l'animal paraît périr de syncope au bout de quelques heures.

Ne pouvant détruire l'action de tous les rameaux des grands sympathiques en agissant directement sur ces nerfs, j'ai cru pouvoir empêcher cette action d'avoir un résultat efficace en les privant des matériaux sur lesquels ils opéraient. Dans cette intention, j'ai lié l'aorte thoracique immédiatement au-dessus du diaphragme au moyen d'une incision dans le dernier espace intercostal : par là, l'animal s'est trouvé divisé en deux portions ; l'une, formée par l'abdomen et le train postérieur absolument morts ; l'autre comprenant le thorax et la tête parfaitement en vie. Ces deux portions se sont refroidies absolument avec la même rapidité, et, chose digne de remarque, la portion morte est constamment restée, terme moyen, de 0°,7 à 0°,8 plus chaude que la portion vivante. L'abaissement moyen a été :

$$\text{Exp. 23}^{e}\begin{cases} p^{r}\text{ le rectum} = \dfrac{38°,0-33°,0}{2^{h}.5'} = 2°,40 \\ p^{r}\text{ l'œsoph.} = \dfrac{37°,3-32°,3}{2^{h}.5'} = 2°,40 \end{cases}\text{mort, la 5}^{e}\text{ h.}$$

$$\text{Exp. 24}^{e}\begin{cases} p^{r}\text{ le rectum} = \dfrac{38°,6-34°,7}{1^{h}.25'} = 2°,74 \\ p^{r}\text{ l'œsoph.} = \dfrac{37°,8-34°,0}{1^{h}.25'} = 2°,67 \end{cases}\text{mort, la 2}^{e}\text{ h.}$$

Ces expériences, comme on le voit, nous font retrouver tout l'abaissement des lésions graves du cerveau, et terminent ainsi cette série de recherches sur la chaleur animale.

Je termine le Mémoire par l'explication qui me paraît la plus probable de l'influence de la section de la 8^{e} paire sur la chaleur animale. Mais comme cette question serait

susceptible d'être traitée expérimentalement, il me paraît inutile de reproduire les présomptions que je présente à cette occasion.

Découverte *d'un nouveau remède contre le goître.*

Par M. le Dr Coindet (1).

Il y a une année que cherchant une formule dans l'ouvrage de Cadet de Gassicourt, je trouvai que Russel conseillait contre le goître le varec *fucus vesiculosus*, sous le nom d'*éthiops végétal.*

Ignorant alors quel rapport il pouvait exister entre cette plante et l'éponge, je soupçonnais par analogie que l'iode devait être le principe actif commun dans ces deux productions marines; je l'essayai, et les succès étonnans que j'en obtins m'encouragèrent à poursuivre des recherches d'autant plus utiles, qu'elles avaient pour but de découvrir tout ce que l'on pouvait attendre d'un mé-

---

(1) Il nous a semblé qu'un Mémoire destiné à prouver que l'iode est un remède efficace contre le goître devait trouver place dans le journal qui a fait connaître le premier l'existence et les propriétés de cette singulière substance. Nous ajouterons que des médecins de plusieurs villes de Suisse nous ont assuré avoir obtenu, dans leur pratique particulière, des résultats parfaitement conformes à ceux qu'annonce M. le Dr Coindet. (R.)

dicament encore inconnu, dans une maladie si difficile à guérir, lorsqu'elle arrive dans l'âge mûr, ou que les tumeurs qui la constituent ont acquis un certain volume et une certaine dureté.

Le goître est une tumeur le plus souvent indolente, formée par le développement du corps thyroïde, dont il peut occuper le centre, l'un ou l'autre de ses lobes, ou toutes ses parties en même temps; souvent plusieurs lobules se développent sur un lobe déjà augmenté de volume; ils forment des saillies ou des bosses qui peuvent, à la longue, devenir les foyers d'une altération organique.

On voit des goîtres acquérir un volume très-considérable, atteindre même le poids de plusieurs livres. Il est rare qu'il n'y ait pas alors quelque lésion organique profonde, et qu'on ne trouve le centre de ces tumeurs, ou cartilagineux, ou crétacé, ou osseux : si elles s'ulcèrent, leur ulcération n'est ni phlagédénique ni douloureuse, bien différentes en cela de ce qui arrive aux ganglions lymphatiques.

Souvent le centre de ces tumeurs, outre ces altérations organiques, est formé par des kistes distincts les uns des autres, renfermant divers fluides, les uns sanguins, les autres purulens, gélatineux, aqueux, etc., semblables, dans toutes ces apparences, aux kistes des ovaires.

Les altérations organiques du goître sont probablement l'effet de douleurs très-vives, d'autres fois sourdes et obscures; de spasmes, de serremens, de gonflemens, que les malades y ressentent, surtout au printemps, au changement de saisons, à l'approche des époques, symptômes trop souvent méconnus ou négligés, et qui de-

manderaient, dans un grand nombre de cas, un traitement particulier pour en prévenir les effets.

La fausse dénomination de glande thyroïde a trompé les médecins. Le corps thyroïde n'est peut-être pas une glande (ce qui explique pourquoi le goître est une affection essentiellement distincte des scrophules), c'est un organe dont l'usage nous est encore absolument inconnu. Il diffère de volume selon les âges et les sexes, il est plus gros dans l'enfance que dans l'adulte, chez la femme que chez l'homme; il varie de couleur dans son tissu : on ne connaît pas sa nature intime, il n'a pas de tunique particulière; on n'y trouve point de conduit excréteur, il a des nerfs et des vaisseaux sanguins qui lui sont propres. Ces derniers acquièrent dans son développement un volume considérable, et rendent par là l'excision du goître souvent impossible et presque toujours dangereuse.

Une des formes du goître qui n'est pas très-rare est ce qu'on nomme vulgairement ici *goître en dedans*. Le développement de l'un ou des deux lobes se fait à l'intérieur. Il enveloppe la trachée-artère, l'enchatonne, la comprime, l'aplatit dans une certaine étendue. La voix est altérée, la respiration constamment gênée, surtout si le malade fait quelque exercice ou quelque marche pénible; il est peu saillant au dehors.

Ces cas, heureusement rares, sont d'autant plus graves, que jusqu'à présent les secours de l'art ont été impuissans. J'ai vu, par l'usage de l'iode, une malade soulagée d'abord, et bientôt après guérie, lorsqu'elle était sur le point d'être suffoquée.

La cause immédiate de cette singulière maladie, que

l'on doit isoler du crétinisme et des scrophules, est encore inconnue ; elle n'a donné lieu qu'à des hypothèses erronées, ou à des conjectures accréditées par les noms d'hommes illustres qui l'ont considérée plutôt en physiciens qu'en médecins, et qui s'en sont rapportés à quelques observations générales, ou à des préjugés populaires qui ne soutiennent pas le plus léger examen ; puisque le goître est endémique dans des pays où les causes que ces auteurs supposent n'existent pas, et que l'on trouve des communes entières où cette maladie est à peine connue, dans le voisinage d'autres communes dont la presque totalité des habitans en est atteinte, quoique les unes et les autres soient en apparence soumises aux mêmes influences de l'air, des eaux, des vents, du genre de vie, etc.

Deux causes différentes m'ont évidemment paru produire le goître à Genève ; la première est due à l'usage des eaux dures, ou eaux de pompe des rues basses de la ville ; elles produisent le goître dans un très-court espace de temps. Ainsi, les soldats de la garnison composée surtout de jeunes-gens étrangers au canton, qui s'abreuvent de ces eaux, en sont-ils atteints d'une manière aussi remarquable que prompte.

Cette forme de la maladie, rarement grave, se dissipe d'elle-même en changeant de boisson ; l'eau distillée empêche son accroissement, et même contribue à sa diminution. J'ai remarqué que cette cause laisse souvent un principe de goître qui se développe plus tard.

La seconde se lie à des causes dont les unes peuvent être considérées comme mécaniques locales, les autres comme physiologiques.

Les premières sont les efforts produits par un accouchement laborieux, par un vomitif, par la toux, par les cris, par la colère, par la coutume que les femmes ont ici de porter de pesans fardeaux sur la tête. Elles exercent surtout leur effet sur la classe la moins fortunée de la société.

Les causes physiologiques agissent plus particulièrement chez le sexe féminin; elles me paraissent dues à la sympathie qui existe entre le cou et le système reproducteur. C'est ainsi que le goître commence le plus souvent avec la première des grossesses, et devient plus volumineux après chacune d'elles; il en est de même pour l'allaitement.

Dans un grand nombre de cas, il se développe aux approches de l'âge critique; les chagrins, les attaques de nerfs, les affections morales contribuent aussi à sa formation. Ces diverses causes expliquent pourquoi, dans l'âge adulte, le goître est beaucoup plus fréquent chez les femmes que chez les hommes.

Le corps thyroïde est susceptible de se gonfler considérablement presque tout-à-coup pendant un certain temps, et de se dissiper ensuite. Un goître se développa d'une manière excessive pendant une première grossesse chez une jeune femme; douze heures après qu'elle fut accouchée, il était entièrement disparu.

Jusqu'à présent l'éponge calcinée a fait la base de tous les remèdes qui ont eu quelque succès contre le goître. C'est Arnaud de Villeneuve qui l'a fait connaître. On l'a donnée sous forme de vins, de tablettes, de poudres, etc., presque toujours combinée avec des médicamens toniques pour détruire son action fâcheuse sur l'estomac;

mais quelque correctif que l'on emploie, elle donne des spasmes ou crampes nerveuses de cet organe qui durent souvent long-temps après qu'on a cessé l'usage de ce remède, et, dans quelques cas, deviennent une maladie chronique difficile à guérir.

Ces effets fâcheux ont lieu surtout lorsque le goître est volumineux, et que les malades sont plus éloignés de l'âge adulte; car les préparations de l'éponge produisent rarement ces mauvais effets chez les enfans où il est peu volumineux ou plus récent. On avait attribué ces crampes nerveuses à la disparition du goître, mais elles dépendent probablement de quelque combinaison particulière inconnue qui doit se trouver dans l'éponge calcinée, puisque l'iode ne produit rien de pareil, et qu'il fait disparaître des goîtres d'un volume bien autrement considérable, et bien plus rapidement que ne l'ont jamais pu faire l'éponge, ou ses préparations.

Quelle est, dans l'éponge, la substance qui agit d'une manière spécifique contre le goître? Il me parut probable que c'était l'iode : je fus confirmé dans cette opinion lorsque j'appris que M. Fife d'Edimbourg avait trouvé de l'iode dans l'éponge vers la fin de 1819; déjà depuis six mois j'avais constaté ses effets surprenans dans cette maladie.

L'iode est en quantité si petite dans l'éponge qu'il est impossible d'en déterminer la proportion relative sur une quantité donnée. Je me suis servi de celui qu'on obtient des eaux-mères du varec.

L'iode, ainsi appelé à cause de la belle couleur violette qu'il affecte à l'état de gaz, ne paraît pas faire une des parties constituantes des productions marines; il sem-

blerait n'y être qu'accidentellement mélangé, puisqu'il n'existe pas dans les alcalis préparés en Sicile, en Espagne et dans les Etats romains. L'éponge lavée et macérée, avant que d'être soumise à l'analyse, en offre une moins grande quantité.

Une propriété de cette substance, encore si peu connue, est de former un acide lorsqu'on la combine, soit avec l'oxigène, soit avec l'hydrogène; les sels qui résultent de sa combinaison avec l'oxigène étant peu solubles dans l'eau, je n'ai pas essayé d'en faire usage; j'ai préféré ceux qui s'obtiennent par l'hydrogène, avec lequel l'iode a une affinité telle qu'il s'en empare par-tout où il le trouve; il en résulte un acide connu sous le nom d'*acide hydriodique*. Il sature toutes les bases, et forme des sels neutres parmi lesquels j'ai choisi pour médicament l'*hydriodate de potasse*. Je me suis servi avec un égal succès de celui de soude. L'hydriodate de potasse est un sel déliquescent dont 48 grains ou 2 de nos scrupules dans une once d'eau distillée représentent approximativement 36 grains d'iode. Cette préparation à cette dose est une de celles que j'emploie le plus fréquemment.

La solution de ce sel dans une suffisante quantité d'eau peut dissoudre encore de l'iode, et former ainsi un *hydriodate de potasse ioduré*, propriété dont je me suis servi pour augmenter la force du remède, dans les cas où un goître plus dur, plus volumineux ou plus ancien paraissait résister à l'action de la solution saline simple, et par ce moyen j'ai souvent obtenu les cures les plus remarquables.

L'iode se dissout en certaine proportion dans l'éther

et dans l'esprit-de-vin. M. Gay-Lussac a trouvé que l'eau n'en dissolvait que $\frac{1}{7000}$ en poids.

Une once d'esprit-de-vin à 35° dissout à 15° therm. Réaumur et sous la pression ordinaire, 60 grains d'iode soit environ un neuvième de son poids; à 40° de concentration et sous les mêmes conditions, il en dissout 48 grains soit environ $\frac{1}{6}$; d'où il résulte que l'esprit-de-vin en dissout plus ou moins selon le degré de rectification.

Pour éviter toute erreur de dose, dans cette troisième préparation dont je me suis servi sous le nom de *teinture d'iode*, j'ai prescrit 48 grains d'iode pour une once d'esprit-de-vin à 35°. J'ai employé cette préparation plus que les précédentes (peut-être avec un succès supérieur), parce que étant facile à préparer dans les plus petites cités où il ne se trouve pas toujours des pharmaciens assez exercés pour obtenir les hydriodates salins purs, j'ai dû en faire l'objet principal de mes recherches, pour m'assurer de l'effet d'un remède qui doit devenir d'un usage général.

On ne doit pas préparer cette teinture trop à l'avance parce qu'elle ne peut se conserver long-temps sans déposer des cristaux d'iode; d'ailleurs la grande quantité d'hydrogène que l'alcool contient, et l'extrême affinité de cette première substance avec l'iode, sont cause que la teinture est bientôt convertie en acide hydriodique ioduré : remède sans doute très-actif; mais comme il y a, dans certains cas, quelque raison de choisir de préférence une des trois préparations que j'ai indiquées, chacune d'elles doit être telle que le médecin la desire, pour qu'il puisse diriger plus sûrement son traitement, et en tirer des conséquences plus justes.

Je prescris aux adultes dix gouttes de l'une de ces trois préparations dans une demi-verrée de sirop de capillaire et d'eau, prise de grand matin, à jeun; une deuxième dose à dix heures, et une troisième dans la soirée, ou en se couchant.

Sur la fin de la première semaine, j'en prescris quinze gouttes, au lieu de dix, trois fois par jour; quelques jours plus tard, lorsque l'iode a un effet très-sensible sur les tumeurs, j'augmente encore cette dose que je porte à vingt gouttes, trois fois par jour, pour en soutenir l'action : vingt gouttes contiennent environ un grain d'iode.

J'ai rarement dépassé cette dose, elle m'a suffi pour dissiper les goîtres les plus volumineux, lorsqu'ils n'étaient qu'un développement excessif du corps thyroïde, sans autre lésion organique.

Après une huitaine de jours de traitement, la peau devient moins tendue, elle est comme plus épaisse, la tumeur se ramollit d'abord avant que de diminuer, ce qu'on reconnaît sûrement au toucher; quelques jours plus tard, ce ramollissement est encore plus évident : les goîtres, ou les tumeurs goîtreuses, s'il en existe plusieurs, deviennent plus distinctes, plus séparées les unes des autres; elles se ramollissent et se fondent graduellement : dans plusieurs cas, le noyau qui les forme, ou plus exactement la partie qui est organiquement malade, devient plus dure, elle diminue, elle s'isole, quelques-unes deviennent mobiles à mesure que ce qui les entoure se dissout par l'iode; avantage précieux de ce remède, puisque par là, dans les cas graves où une opération est indispensable, ce remède en diminuant le volume du

goître, et permettant par conséquent, au bout d'un certain laps de temps, aux artères et aux veines trop dilatées de revenir sur elles-mêmes, l'opération en sera d'autant moins difficile et moins dangereuse. Quelques-unes de ces tumeurs en apparence goîtreuses ont résisté à l'action de ce remède sous quelque forme que je l'aie donné, et quel que soit le temps que je l'aie fait continuer; j'ai lieu de croire que ces cas-ci étaient tout autres que le goître, ou que sa presque totalité avait subi une altération organique.

Dans quelques cas, le tissu cellulaire qui entourait la tumeur reste gonflé, et donne au toucher la sensation d'un kiste vide.

Souvent le goître se dissipe incomplètement, mais assez pour n'être plus ni incommode ni difforme.

Dans un grand nombre de cas, il se dissout, se détruit, se dissipe dans l'espace de six à dix semaines, de manière à ne laisser aucune trace de son existence.

Afin d'obtenir l'effet isolé de ce remède et qu'il fût dégagé de toute combinaison étrangère, j'ai évité de me servir d'aucune application locale, comme sachet, colliers, etc., moyens qui par la compression qu'ils opèrent, ainsi que par les substances salines ou résolutives qui entrent dans leur composition, ne sont pas sans une sorte d'efficacité.

L'iode est un stimulant, il donne du ton à l'estomac, excite l'appétit, il n'agit ni sur les selles ni sur les urines, il ne provoque pas les sueurs; mais il porte son action directement sur le système reproducteur, et surtout sur l'utérus. Si on le donne à une certaine dose continuée pendant quelque temps, c'est un des emmé-

nagogues les plus actifs que je connaisse : c'est peut-être par cette action sympathique qu'il guérit le goître dans un grand nombre de cas.

Je l'ai employé avec un succès complet dans un de ces cas de chlorose où j'eusse prescrit la myrrhe, les préparations de fer, etc., si je ne lui eusse soupçonné cette action particulière.

Cette substance mérite encore, sous ce nouveau point de vue, l'attention des médecins, et je ne doute pas qu'elle ne devienne entre des mains habiles un des plus puissans remèdes dont la chimie moderne ait enrichi la matière médicale. (*Biblioth. univ.*)

MÉMOIRE

Présenté à l'Académie royale des Sciences, le 2 octobre 1820, où se trouve compris le résumé de ce qui avait été lu à la même Académie les 18 et 25 septembre 1820, sur les effets des courans électriques.

PAR M. AMPÈRE.

§ 1er. *De l'Action mutuelle de deux courans électriques.*

1. L'ACTION électromotrice se manifeste par deux sortes d'effets que je crois devoir d'abord distinguer par une définition précise.

J'appellerai le premier *tension électrique*, le second *courant électrique*.

Le premier s'observe lorsque les deux corps entre les-

quels cette action a lieu sont séparés l'un de l'autre (1) par des corps non conducteurs, dans tous les points de leur surface autres que ceux où elle est établie ; le second est celui où ils font, au contraire, partie d'un circuit de corps conducteurs qui les font communiquer par des points de leur surface différens de ceux où se produit l'action électromotrice (2). Dans le premier cas, l'effet de l'action électromotrice est de mettre les deux corps ou les deux systèmes de corps entre lesquels elle a lieu, dans deux états de tension dont la différence est constante lorsque cette action est constante, lorsque, par exemple, elle est produite par le contact de deux substances de nature différente ; cette différence serait variable, au contraire, avec la cause qui la produit, si elle était due à un frottement ou à une pression.

Ce premier cas est le seul qui puisse avoir lieu lorsque l'action électromotrice se développe entre les diverses parties d'un même corps non conducteur ; la tourmaline en offre un exemple quand elle change de température.

Dans le second cas, il n'y a plus de tension électrique, les corps légers ne sont plus sensiblement attirés, et l'électromètre ordinaire ne peut plus servir à indiquer ce qui

---

(1) Quand cette séparation a lieu par la simple interruption des corps conducteurs, c'est encore par un corps non conducteur, par l'air, qu'ils sont séparés.

(2) Ce cas comprend celui où les deux corps ou systèmes de corps entre lesquels a lieu l'action électromotrice, seraient en communication complète avec le réservoir commun qui ferait alors partie du circuit.

se passe dans le corps ; cependant l'action électromotrice continue d'agir ; car si de l'eau, par exemple, un acide, un alcali ou une dissolution saline font partie du circuit, ces corps sont décomposés, surtout quand l'action électromotrice est constante, comme on le sait depuis long-temps ; et en outre, ainsi que M. OErsted vient de le découvrir, quand l'action électromotrice est produite par le contact des métaux, l'aiguille aimantée est détournée de sa direction lorsqu'elle est placée près d'une portion quelconque du circuit ; mais ces effets cessent, l'eau ne se décompose plus, et l'aiguille revient à sa position ordinaire dès qu'on interrompt le circuit, que les tensions se rétablissent, et que les corps légers sont de nouveau attirés, ce qui prouve bien que ces tensions ne sont pas cause de la décomposition de l'eau, ni des changemens de direction de l'aiguille aimantée découverts par M. OErsted. Ce second cas est évidemment le seul qui pût avoir lieu si l'action électromotrice se développait entre les diverses parties d'un même corps conducteur. Les conséquences déduites, dans ce Mémoire, des expériences de M. OErsted nous conduiront à reconnaître l'existence de cette circonstance dans le seul cas où il y ait lieu jusqu'à présent de l'admettre.

2. Voyons maintenant à quoi tient la différence de ces deux ordres de phénomènes entièrement distincts, dont l'un consiste dans la tension et les attractions ou répulsions connues depuis long-temps, et l'autre dans la décomposition de l'eau et d'un grand nombre d'autres substances, dans les changemens de direction de l'aiguille, et dans une sorte d'attractions et de répulsions toutes

différentes des attractions et répulsions électriques ordinaires ; que je crois avoir reconnu le premier, et que j'ai nommé *attractions et répulsions voltaïques*, pour les distinguer de ces dernières. Lorsqu'il n'y a pas continuité de conducteurs d'un des corps ou des systèmes de corps entre lesquels se développe l'action électromotrice à l'autre, et que ces corps sont eux-mêmes conducteurs, comme dans la pile de Volta, on ne peut concevoir cette action que comme portant constamment l'électricité positive dans l'un, et l'électricité négative dans l'autre : dans le premier moment, où rien ne s'oppose à l'effet qu'elle tend à produire, les deux électricités s'accumulent chacune dans la partie du système total vers laquelle elle est portée; mais cet effet s'arrête dès que la différence des tensions électriques (1) donne à leur attraction mutuelle, qui tend à les réunir, une force suffisante pour faire équilibre à l'action électromotrice. Alors tout reste dans cet état, sauf la déperdition d'électricité qui peut avoir lieu peu à peu à travers le corps non conducteur, l'air, par exemple, qui interrompt le circuit; car il paraît qu'il n'existe pas de corps qui soit absolument isolant. A mesure que cette déperdition a lieu, la tension diminue; mais comme dès qu'elle est moindre l'attraction mutuelle des deux électricités cesse de faire équilibre à l'action électromotrice, cette dernière force, dans le

(1) Quand la pile est isolée, cette différence est la somme des deux tensions, l'une positive, l'autre négative : quand une de ses extrémités communiquant avec le réservoir commun a une tension nulle, la même différence a une valeur absolue égale à celle de la tension à l'autre extrémité.

cas où elle est constante, porte de nouveau de l'électricité positive d'un côté, et de l'électricité négative de l'autre, et les tensions se rétablissent. C'est cet état d'un système de corps électromoteurs et conducteurs que je nomme *tension électrique*. On sait qu'il subsiste dans les deux moitiés de ce système, soit lorsqu'on vient à les séparer, soit dans le cas même où elles restent en contact après que l'action électromotrice a cessé, pourvu qu'alors elle ait eu lieu par pression ou par frottement entre des corps qui ne soient pas tous deux conducteurs. Dans ces deux cas, les tensions diminuent graduellement à cause de la déperdition d'électricité dont nous parlions tout-à-l'heure.

Mais lorsque les deux corps ou les deux systèmes de corps entre lesquels l'action électromotrice a lieu sont d'ailleurs en communication par des corps conducteurs entre lesquels il n'y a pas une autre action électromotrice égale et opposée à la première, ce qui maintiendrait l'état d'équilibre électrique, et par conséquent les tensions qui en résultent, ces tensions disparaissent ou du moins deviennent très-petites, et il se produit les phénomènes indiqués ci-dessus comme caractérisant ce second cas. Mais comme rien n'est d'ailleurs changé dans l'arrangement des corps entre lesquels se développait l'action électromotrice, on ne peut douter qu'elle ne continue d'agir, et comme l'attraction mutuelle des deux électricités, mesurée par la différence des tensions électriques qui est devenue nulle, ou a considérablement diminué, ne peut plus faire équilibre à cette action, on est généralement d'accord qu'elle continue à porter les deux électricités dans les deux sens où elle les portait aupa-

ravant ; en sorte qu'il en résulte un double courant, l'un d'électricité positive, l'autre d'électricité négative, partant en sens opposés des points où l'action électromotrice a lieu, et allant se réunir dans la partie du circuit opposée à ces points. Les courans dont je parle vont en s'accélérant jusqu'à ce que l'inertie des fluides électriques et la résistance qu'ils éprouvent par l'imperfection même des meilleurs conducteurs fassent équilibre à la force électromotrice, après quoi ils continuent indéfiniment avec une vitesse constante tant que cette force conserve la même intensité ; mais ils cessent toujours à l'instant où le circuit vient à être interrompu. C'est cet état de l'électricité dans une série de corps électromoteurs et conducteurs, que je nommerai, pour abréger, *courant électrique ;* et comme j'aurai sans cesse à parler des deux sens opposés suivant lesquels se meuvent les deux électricités, je sous-entendrai toutes les fois qu'il en sera question, pour éviter une répétition fastidieuse, après les mots *sens du courant électrique*, ceux-ci : de l'*électricité positive ;* en sorte que s'il est question, par exemple, d'une pile voltaïque, l'expression : *direction du courant électrique dans la pile*, désignera la direction qui va de l'extrémité où l'hydrogène se dégage dans la décomposition de l'eau, à celle où l'on obtient de l'oxigène ; et celle-ci : *direction du courant électrique dans le conducteur qui établit la communication entre les deux extrémités de la pile*, désignera la direction qui va, au contraire, de l'extrémité où se produit l'oxigène à celle où se développe l'hydrogène. Pour embrasser ces deux cas dans une seule définition, on peut dire que ce qu'on appelle la direction du courant électrique est celle que

suivent l'hydrogène et les bases des sels, lorsque de l'eau ou une substance saline fait partie du circuit et est décomposée par le courant, soit, dans la pile voltaïque, que ces substances fassent partie du conducteur, ou qu'elles se trouvent interposées entre les paires dont se compose la pile.

Les savantes recherches de MM. Gay-Lussac et Thenard sur cet appareil, source féconde des plus grandes découvertes dans presque toutes les branches des sciences physiques, ont démontré que la décomposition de l'eau, des sels, etc. n'est nullement produite par la différence de tension des deux extrémités de la pile, mais uniquement par ce que je nomme *le courant électrique*, puisqu'en faisant plonger dans l'eau pure les deux fils conducteurs la décomposition est presque nulle; tandis que quand, sans rien changer à la disposition du reste de l'appareil, on mêle à l'eau où plongent les fils un acide ou une dissolution saline, cette décomposition devient très-rapide, parce que l'eau pure est un mauvais conducteur, et qu'elle conduit bien l'électricité quand elle est mêlée d'une certaine quantité de ces substances.

Or, il est bien évident que la tension électrique des extrémités des fils qui plongent dans le liquide ne saurait être augmentée dans le second cas; elle ne peut qu'être diminuée à mesure que ce liquide devient meilleur conducteur; ce qui augmente dans ce cas, c'est le courant électrique; c'est donc à lui seul qu'est due la décomposition de l'eau et des sels. Il est aisé de constater que c'est lui seul aussi qui agit sur l'aiguille aimantée dans

les expériences de M. OErsted. Il suffit pour cela de placer une aiguille aimantée sur une pile horizontale dont la direction soit à-peu-près dans le méridien magnétique; tant que ses extrémités ne communiquent point, l'aiguille conserve sa direction ordinaire. Mais si l'on attache à l'une d'elles un fil métallique, et qu'on en mette l'autre extrémité en contact avec celle de la pile, l'aiguille change subitement de direction, et reste dans sa nouvelle position tant que dure le contact et que la pile conserve son énergie; ce n'est qu'à mesure qu'elle la perd, que l'aiguille se rapproche de sa direction ordinaire; au lieu que si on fait cesser le courant électrique en interrompant la communication, elle y revient à l'instant. Cependant c'est cette communication même qui fait cesser ou diminue considérablement les tensions électriques; ce ne peut donc être ces tensions, mais seulement le courant qui influe sur la direction de l'aiguille aimantée. Lorsque de l'eau pure fait partie du circuit, et que la décomposition en est à peine sensible, l'aiguille aimantée placée au-dessus ou au-dessous d'une autre portion du circuit est aussi faiblement déviée; l'acide nitrique qu'on mêle à cette eau, sans rien changer d'ailleurs à l'appareil, augmente cette déviation en même temps qu'elle rend plus rapide la décomposition de l'eau.

3. L'électromètre ordinaire indique quand il y a tension et l'intensité de cette tension; il manquait un instrument qui fît connaître la présence du courant électrique dans une pile ou un conducteur, qui en indiquât l'énergie et la direction. Cet instrument existe aujourd'hui; il suffit que la pile ou une portion quelconque du con-

ducteur soient placées horizontalement à-peu-près dans la direction du méridien magnétique, et qu'un appareil semblable à une boussole, et qui n'en diffère que par l'usage qu'on en fait, soit mis sur la pile, ou bien au-dessous ou au-dessus de cette portion du conducteur : tant qu'il y a quelque interruption dans le circuit, l'aiguille aimantée reste dans sa situation ordinaire; mais elle s'écarte de cette situation, dès que le courant s'établit, d'autant plus que l'énergie en est plus grande, et elle en fait connaître la direction d'après ce fait général, que si l'on se place par la pensée dans la direction du courant, de manière qu'il soit dirigé des pieds à la tête de l'observateur, et que celui-ci ait la face tournée vers l'aiguille; c'est constamment à sa gauche que l'action du courant écartera de sa position ordinaire celle de ses extrémités qui se dirige vers le nord, et que je nommerai toujours *pole austral de l'aiguille aimantée*, parce que c'est le pole homologue au pole austral de la terre. C'est ce que j'exprimerai plus brièvement en disant que le pole austral de l'aiguille est portée à gauche du courant qui agit sur l'aiguille. Je pense que pour distinguer cet instrument de l'électromètre ordinaire, on doit lui donner le nom de *galvanomètre*, et qu'il convient de l'employer dans toutes les expériences sur les courans électriques, comme on adapte habituellement un électromètre aux machines électriques, afin de voir à chaque instant si le courant a lieu, et quelle en est l'énergie.

Le premier usage que j'aie fait de cet instrument a été de l'employer à constater que le courant qui existe dans la pile voltaïque, de l'extrémité négative à l'extrémité positive, avait sur l'aiguille aimantée la même in-

fluence que le courant du conducteur qui va, au contraire, de l'extrémité positive à la négative.

Il est bon d'avoir pour cela deux aiguilles aimantées, l'une placée sur la pile et l'autre au-dessus ou au-dessous du conducteur; on voit le pole austral de chaque aiguille se porter à gauche du courant près duquel elle est placée; en sorte que quand la seconde est au-dessus du conducteur, elle est portée du côté opposé à celui vers lequel tend l'aiguille posée sur la pile, à cause que les courans ont des directions opposées dans ces deux portions du circuit; les deux aiguilles sont, au contraire, portées du même côté, en restant à-peu-près parallèles entre elles, quand l'une est au-dessus de la pile et l'autre au-dessous du conducteur (1). Dès qu'on interrompt le circuit, elles reviennent aussitôt, dans les deux cas, à leur position ordinaire.

4. Telles sont les différences reconnues avant moi entre les effets produits par l'électricité dans les deux états que je viens de décrire, et dont l'un consiste sinon dans le repos, du moins dans un mouvement lent et produit seulement par la difficulté d'isoler complètement les corps où se manifeste la tension électrique, l'autre dans un double courant d'électricité positive et négative le long d'un cir-

---

(1) Pour que cette expérience ne laisse aucun doute sur l'action du courant qui est dans la pile, il convient de la faire comme je l'ai faite avec une pile à auges dont les plaques de zinc soient soudées à celles de cuivre par toute l'étendue d'une de leurs faces, et non pas simplement par une branche de métal qu'on pourrait regarder avec raison comme une portion de conducteur.

cuit continu de corps conducteurs. On conçoit alors, dans la théorie ordinaire de l'électricité, que les deux fluides dont on la considère comme composée, sont sans cesse séparés l'un de l'autre dans une partie du circuit, et portés rapidement en sens contraire dans une autre partie du même circuit où ils se réunissent continuellement. Quoique le courant électrique ainsi défini puisse être produit avec une machine ordinaire, en la disposant de manière à développer les deux électricités, et en joignant par un conducteur les deux parties de l'appareil où elles se produisent, on ne peut, à moins de se servir de très-grandes machines, obtenir ce courant avec une certaine énergie qu'à l'aide de la pile voltaïque, parce que la quantité de l'électricité produite par la machine à frottement reste la même dans un temps donné, quelle que soit la faculté conductrice du reste du circuit, au lieu que celle que la pile met en mouvement pendant un même temps croît indéfiniment à mesure que l'on en réunit les deux extrémités par un meilleur conducteur.

Mais les différences que je viens de rappeler ne sont pas les seules qui distinguent ces deux états de l'électricité. J'en ai découvert de plus remarquables encore en disposant, dans des directions parallèles, deux parties rectilignes de deux fils conducteurs joignant les extrémités de deux piles voltaïques; l'une était fixe, et l'autre, suspendue sur des pointes et rendue très-mobile par un contre-poids, pouvait s'en approcher ou s'en éloigner en conservant son parallélisme avec la première. J'ai observé alors qu'en faisant passer à la fois un courant électrique dans chacune d'elles, elles s'attiraient mutuellement quand les deux courans étaient dans le

même sens, et qu'elles se repoussaient quand ils avaient lieu dans des directions opposées.

Or, ces attractions et répulsions des courans électriques diffèrent essentiellement de celles que l'électricité produit dans l'état de repos ; d'abord, elles cessent comme les décompositions chimiques, à l'instant où l'on interrompt le circuit des corps conducteurs. Secondement, dans les attractions et répulsions électriques ordinaires, ce sont les électricités d'espèces opposées qui s'attirent, et celles de même nom se repoussent ; dans les attractions et répulsions des courans électriques, c'est précisément le contraire, c'est lorsque les deux fils conducteurs sont placés parallèlement, de manière que les extrémités de même nom se trouvent du même côté et très-près l'une de l'autre, qu'il y a attraction, et il y a répulsion quand les deux conducteurs étant toujours parallèles, les courans sont en sens opposés, en sorte que les extrémités de même nom se trouvent à la plus grande distance possible. Troisièmement, dans le cas où c'est l'attraction qui a lieu, et qu'elle est assez forte pour amener le conducteur mobile en contact avec le conducteur fixe, ils restent attachés l'un à l'autre comme deux aimans, et ne se séparent point aussitôt, comme il arrive lorsque deux corps conducteurs qui s'attirent parce qu'ils sont électrisés, l'un positivement, l'autre négativement, viennent à se toucher. Enfin, et il paraît que cette dernière circonstance tient à la même cause que la précédente, deux courans électriques s'attirent ou se repoussent dans le vide comme dans l'air ; ce qui est encore contraire à ce qu'on observe dans l'action mutuelle de deux corps conducteurs électrisés à l'or-

dinaire. Il ne s'agit pas ici d'expliquer ces nouveaux phénomènes, les attractions et répulsions qui ont lieu entre deux courans parallèles, suivant qu'ils sont dirigés dans le même sens ou dans des sens opposés, sont des faits donnés par une expérience aisée à répéter. Il est nécessaire, pour prévenir dans cette expérience les mouvemens qu'imprimeraient au conducteur mobile les petites agitations de l'air, de placer l'appareil sous une cage en verre sous laquelle on fait passer, dans le socle qui la porte, les portions des conducteurs qui doivent communiquer avec les deux extrémités de la pile. La disposition la plus commode de ces conducteurs est d'en placer un sur deux appuis dans une situation horizontale où il est immobile, de suspendre l'autre par deux fils métalliques qui font corps avec lui, à un axe de verre qui se trouve au-dessus du premier conducteur, et qui repose, par des pointes d'acier très-fines, sur deux autres appuis de métal; ces pointes sont soudées aux deux extrémités des fils métalliques dont je viens de parler; en sorte que la communication s'établit par les appuis à l'aide de ces pointes. (*Voyez* la figure de cet appareil, planc. 1, fig. 1.)

Les deux conducteurs se trouvent ainsi parallèles, et à coté l'un de l'autre, dans un même plan horizontal; l'un d'eux est mobile par les oscillations qu'il peut faire autour de la ligne horizontale passant par les extrémités des deux pointes d'acier, et, dans ce mouvement, il reste nécessairement parallèle au conducteur fixe.

On ajoute au-dessus et au milieu de l'axe de verre un contrepoids, pour augmenter la mobilité de la partie de

l'appareil susceptible d'osciller, en en élevant le centre de gravité.

J'avais cru d'abord qu'il faudrait établir le courant électrique dans les deux conducteurs au moyen de deux piles différentes; mais cela n'est pas nécessaire, il suffit que ces conducteurs fassent tous deux partie du même circuit; car le courant électrique y existe par-tout avec la même intensité. On doit conclure de cette observation que les tensions électriques des deux extrémités de la pile ne sont pour rien dans les phénomènes dont nous nous occupons; car il n'y a certainement pas de tension dans le reste du circuit. Ce qui est encore confirmé par la possibilité de faire mouvoir l'aiguille aimantée à une grande distance de la pile, au moyen d'un conducteur très-long dont le milieu se recourbe dans la direction du méridien magnétique au-dessus ou au-dessous de l'aiguille. Cette expérience m'a été indiquée par le savant illustre auquel les sciences physico-mathématiques doivent surtout les grands progrès qu'elles ont faits de nos jours : elle a pleinement réussi.

Désignons par A et B les deux extrémités du conducteur fixe, par C celle du conducteur mobile qui est du côté de A, et par D celle du même conducteur, qui est du côté de B; il est clair que si une des extrémités de la pile est mise en communication avec A, B avec C, et D avec l'autre extrémité de la pile, le courant électrique sera, dans le même sens, dans les deux conducteurs; c'est alors qu'on les verra s'attirer : si, au contraire, A communiquant toujours à une extrémité de la pile, B communique avec D, et C avec l'autre extrémité de la pile; le courant sera en sens opposé dans les deux conduc-

teurs, et c'est alors qu'ils se repousseront. On conçoit, au reste, que les attractions et répulsions des courans électriques ayant lieu à tous les points du circuit, on peut avec un seul conducteur fixe attirer et repousser autant de conducteurs et faire varier la direction d'autant d'aiguilles aimantées que l'on veut : je me propose de faire construire deux conducteurs mobiles sous une même cage de verre, en sorte qu'en les rendant, ainsi qu'un conducteur fixe commun, partie d'un même circuit, ils soient alternativement tous deux attirés, tous deux repoussés, ou l'un attiré, l'autre repoussé en même temps, suivant la manière dont on établira les communications. D'après le succès de l'expérience que m'a indiquée M. le marquis de Laplace, on pourrait, au moyen d'autant de fils conducteurs et d'aiguilles aimantées qu'il y a de lettres, et en plaçant chaque lettre sur une aiguille différente, établir à l'aide d'une pile placée loin de ces aiguilles, et qu'on ferait communiquer alternativement par ses deux extrémités à celles de chaque conducteur, former une sorte de télégraphe propre à écrire tous les détails qu'on voudrait transmettre, à travers quelques obstacles que ce soit, à la personne chargée d'observer les lettres placées sur les aiguilles. En établissant sur la pile un clavier dont les touches porteraient les mêmes lettres et établiraient la communication par leur abaissement, ce moyen de correspondance pourrait avoir lieu avec assez de facilité, et n'exigerait que le temps nécessaire pour toucher d'un côté et lire de l'autre chaque lettre (1).

(1) Depuis la rédaction de ce Mémoire, j'ai su de M. Arago que ce télégraphe avait déjà été proposé par M. Sœmmering :

Si le conducteur mobile, au lieu d'être assujetti à se mouvoir parallèlement à celui qui est fixe, ne peut que tourner dans un plan parallèle à ce conducteur fixe, autour d'une perpendiculaire commune passant par leurs milieux, il est clair que, d'après la loi que nous venons de reconnaître pour les attractions et répulsions des courans électriques, chaque moitié des deux conducteurs s'attireront et se repousseront en même temps, suivant que les courans seront dans le même sens ou dans des sens opposés; et par conséquent que le conducteur mobile tournera jusqu'à ce qu'il soit devenu parallèle à celui qui est fixe, de manière que les courans soient dirigés dans le même sens : d'où il suit que dans l'action mutuelle de deux courans électriques, l'action directrice et l'action attractive ou répulsive dépendent d'un même principe, et ne sont que des effets différens d'une seule et même action. Il n'est plus nécessaire alors d'établir entre ces deux effets la distinction qu'il est si important de faire, comme nous le verrons tout-à-l'heure, quand il s'agit de l'action mutuelle d'un courant électrique, et d'un aimant considéré comme on le fait ordinairement par rapport à son axe, parce que, dans cette action, les deux corps tendent à se placer dans des directions perpendiculaires entre elles.

Nous allons maintenant passer à l'examen de cette dernière action et de celle de deux aimans l'un sur l'au-

---

à cela près qu'au lieu d'observer le changement de direction des aiguilles aimantées, qui n'était point connue alors, l'auteur proposait d'observer la décomposition de l'eau dans autant de vases qu'il y a de lettres.

tre, et nous verrons qu'elles rentrent l'une et l'autre dans la loi de l'action mutuelle de deux courans électriques, en concevant un de ces courans établi à chaque point d'une ligne tirée sur la surface d'un aimant, d'un pole à l'autre, dans des plans perpendiculaires à l'axe de cet aimant; en sorte qu'il ne me paraît guère possible, d'après le simple rapprochement des faits, de douter qu'il n'y ait réellement de tels courans autour de l'axe des aimans, ou plutôt que l'aimantation ne consiste que dans l'opération par laquelle on donne aux particules de l'acier la propriété de produire, dans le sens des courans dont nous venons de parler, la même action électromotrice qui se trouve dans la pile voltaïque, dans le zinc oxidé des minéralogistes, dans la tourmaline échauffée, et même dans une pile formée de cartons mouillés et de disques d'un même métal à deux températures différentes. Seulement cette action électromotrice se développant dans le cas de l'aimant entre les différentes particules d'un même corps, bon conducteur, elle ne peut jamais, comme nous l'avons fait remarquer plus haut, produire aucune tension électrique, mais seulement un courant continu semblable à celui qui aurait lieu dans une pile voltaïque rentrant sur elle-même en formant une courbe fermée : il est assez évident, d'après les observations précédentes, qu'une pareille pile ne pourrait produire en aucun de ses points ni tensions ni attractions ou répulsions électriques ordinaires, ni phénomènes chimiques, puisqu'il est alors impossible d'interposer un liquide dans le circuit; mais que le courant qui s'établirait immédiatement dans cette pile agirait pour le diriger, l'attirer ou le repousser, soit sur un autre courant élec-

trique, soit sur un aimant qui, comme nous l'allons voir, n'est qu'un assemblage de courans électriques.

C'est ainsi qu'on parvient à ce résultat inattendu, que les phénomènes de l'aimant sont uniquement produits par l'électricité, et qu'il n'y a aucune autre différence entre les deux poles d'un aimant, que leur position à l'égard des courans dont se compose l'aimant, en sorte que le pole austral (1) est celui qui se trouve à droite de ces courans, et le pole boréal celui qui se trouve à gauche.

(*La suite au Cahier prochain*).

De *l'Application du chrômate de plomb sur la soie, la laine, le lin et le coton.*

Par Mr J.-L. Lassaigne.

Les matières colorantes qu'on fixait autrefois sur les tissus étaient toutes tirées du règne organique.

Le règne minéral, si riche en combinaisons colorées, la plupart inaltérables à l'air, n'en fournissait aucune aux teinturiers.

Ce n'est que depuis un petit nombre d'années qu'on

---

(1) Celui qui dans l'aiguille aimantée se dirige du côté du nord; il est à droite des courans dont se compose l'aimant, parce qu'il est à gauche d'un courant placé hors de l'aiguille dans la même direction, et qui lui fait face.

a commencé à faire des applications de quelques-unes de ces productions minérales à l'art de la teinture.

M. Raymond, de Lyon, est le premier qui, par un procédé aussi simple qu'ingénieux, fixa le bleu de Prusse sur la soie, et procura à cet art une couleur brillante inaltérable à l'air.

L'année dernière, M. Braconnot, de Nancy, en appliquant le sulfure d'arsenic (orpiment) sur tous les tissus, a fourni une couleur jaune non moins durable que la précédente.

Dans le cours de quelques expériences sur le chrômate de plomb, je suis parvenu à combiner ce sel avec tous les tissus par un procédé analogue à celui que M. Raymond a mis en usage pour teindre la soie par le prussiate de fer.

Après avoir fait plonger pendant un quart d'heure, à la température ordinaire, des écheveaux de soie décreusée dans une solution faible de sous-acétate de plomb, je les ai retirés et lavés à grande eau; cette préparation préliminaire avait pour but de combiner avec la soie une certaine quantité de sous-acétate de plomb.

Ces tissus, ainsi préparés, ont été plongés ensuite dans une solution faible de chrômate de potasse neutre (1); aussitôt après l'immersion, ils ont pris une belle couleur jaune qui a augmenté de plus en plus; au bout de dix minutes, l'effet était terminé, c'est-à-dire que les

(1) La lessive du chrômate de fer naturel traité par le nitrate de potasse, saturée par l'acide nitrique, peut être employée avec le même avantage.

écheveaux de soie étaient à leur *maximum* de coloration pour la quantité de sous-acétate de plomb qui leur était combinée; on les a lavés et fait sécher.

Cette couleur jouit, comme celles tirées du même règne, de l'inaltérabilité à l'air; on peut, en faisant varier les proportions de sous-acétate de plomb et de chrômate de potasse, obtenir des teintes depuis le jaune clair jusqu'au jaune doré foncé.

Le même procédé s'applique à la laine, au coton et au lin; mais il est préférable de faire tremper ces différens tissus dans la solution de sous-acétate de plomb élevée à une température d'environ 55° à 60°.

L'inconvénient que présente cette couleur, ainsi que les précédentes, d'être en partie décomposée par l'eau de savon, me fait penser qu'elle ne pourra être employée qu'à teindre la soie.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 21 *août* 1820.

Le Ministre de l'Intérieur demande à l'Académie de s'occuper des moyens de dénaturer le sel marin de manière qu'il demeure propre à la fabrication de la soude sans laisser la possibilité de le réapproprier avec profit aux usages de la vie. Cette question est renvoyée à l'examen de la Section de Chimie.

L'Académie, sur la proposition de la Commission spéciale nommée à la séance dernière, décide qu'il y a lieu à élire un associé en remplacement de Sir Joseph Banks, décédé.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire sur le Sphenoïde considéré sous le rapport des os primitifs qui le constituent, et de l'existence de tous ces os dans tous les vertébrés.*

M. Girardin lit un développement et une confirmation de ses précédens *Mémoires sur la Fièvre jaune.*

M. Paravey remet son *Mémoire sur les Sphères.* Une Commission en rendra compte à l'Académie.

Séance du lundi 28 août.

M. Fontaneilles adresse un *Mémoire* manuscrit intitulé : *Histoire d'un Pemphigus.*

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire* intitulé : *Des différens états de pesanteur des œufs au commencement et à la fin de l'incubation.*

M. Moreau de Jonnès lit une *Monographie du mabouïa des bananiers.*

Une Commission spéciale présente la liste suivante de candidats pour la place d'associé étranger vacante :

MM. Gauss, à Gottingue; Wollaston, à Londres; Berzelius, à Stockholm; Olbers, à Bremen; Thomas Young, à Londres; Léopold de Buch, à Berlin; Sœmmering, à Munich.

Séance du lundi 4 septembre.

M. Moreau de Jonnès présente le saurien qu'il a décrit dans son dernier Mémoire, sous le nom de *Jecko des bananiers.*

M. Arago rend compte des expériences faites par M. OErsted relativement à l'influence réciproque du galvanisme et du magnétisme. M. de La Rive a répété les expériences du savant Danois, à Genève, dans son laboratoire, avec un succès complet.

M. Arago est chargé par l'Académie de répéter ces expériences devant elle, lundi prochain.

Au nom d'une Commission, M. de Prony fait un rapport sur un *Mémoire* de M. Navier *relatif à la flexion des lames élastiques.* (Nous imprimerons le rapport en entier dans un des prochains Cahiers.)

On lit une lettre de M. Wallot, membre de l'Académie de Dijon, sur le *Tong-t-sao,* dont la moelle sert à faire les fleurs artificielles de la Chine; et sur la dénomination de *nostoch.* (Cette lettre est renvoyée à l'examen d'une Commission.)

On procède à l'élection d'un associé étranger : les voix se partagent entre MM. Gauss, Wollaston et Berzelius. M. Gauss obtient cependant la majorité absolue des suffrages. (La liste d'associés étrangers ne renfermait pas jusqu'ici de géomètre.)

L'élection de M. Gauss sera soumise à l'approbation du Roi.

M. Fourier lit un *Mémoire* d'analyse *sur le Mouvement de la chaleur dans les fluides.*

Séance du lundi 11 septembre.

M. Boittot envoie une seconde copie de son *Arithmétique*, corrigée d'après l'avis des commissaires.

Au nom d'une Commission, M. Lacroix fait un rapport sur les planches du nouveau *Traité de Géométrie descriptive* que M. Hachette se propose de publier; voici les conclusions:

Nous pensons que le projet, conçu par M. Hachette, de développer les applications de la géométrie descriptive et la construction des épures, mérite l'approbation de l'Académie, qui doit l'inviter à en poursuivre l'exécution.

M. Dupetit-Thouars lit une *Note sur la Gravure papyrographique*, et présente quelques essais faits d'après cette méthode.

M. Arago répète devant l'Académie les expériences de M. OErsted.

M. Pelletier commence la lecture d'un *Mémoire sur le Quinquina.*

Séance du lundi 18 septembre.

M. Arago communique à l'Académie une excellente observation de la dernière éclipse de soleil, faite à Genève, par MM. les professeurs Pictet et Gautier.

M. de Lacépède fait un rapport, au nom d'une Commission, sur la *nouvelle Théorie de l'audition* de M. Morel, officier d'artillerie. (Nous reviendrons sur cet objet quand le Mémoire sera imprimé.)

M. Ampère lit un *Mémoire relatif aux nouveaux phénomènes galvanico-magnétiques.* (*Voyez* plus haut.)

M. Niquet, de Londres, lit une *Note sur la Comparaison des poids anglais avec les nouveaux poids de France.* (Une Commission est chargée de faire un rapport à ce sujet.)

Séance du lundi 25 septembre.

M. Arago annonce avoir remarqué que le fil conjonctif qui établit la communication entre les deux poles de la pile de Volta, se charge *de limaille de fer,* comme le ferait un aimant. Ce fil n'agit donc pas seulement sur les aiguilles déjà aimantées, mais il développe encore le magnétisme dans le fer qui n'a pas été soumis à une aimantation préalable. Aussi, des aiguilles de boussole non aimantées sont-elles déviées par l'action du fil conjonctif.

M. Ampère lit un nouveau *Mémoire sur les Effets de la pile.* (*Voyez* plus haut.) Il fait ensuite devant l'Académie l'expérience dans laquelle se manifeste l'action mutuelle de deux courans voltaïques.

Sur *quelques phénomènes de physiologie végétale.*

Sur la Force de la vitalité de quelques plantes grasses.

Par M. de Candolle.

Tout le monde sait que les plantes grasses peuvent conserver leur existence sans recevoir de nouvelle nourriture, beaucoup au-delà de ce qui arrive à la plupart des

autres végétaux. Les branches de plusieurs d'entre elles, coupées et suspendues en l'air, végètent souvent pendant plusieurs mois, se développent et fleurissent dans cette position où elles sont privées d'aliment. Les habitans du Jura ont l'habitude de couper les branches du *sedum telephium*; ils les suspendent dans leur chambre où elles fleurissent au bout de quelques mois, fleuraison que ces montagnards regardent comme un bon augure pour eux. Dans ces cas, les plantes perdent graduellement une partie de leur poids, et finissent par s'épuiser lentement. M. Théodore de Saussure a fait connaître un fait remarquable relatif à la vitalité d'un cactus. Un rameau de cette plante qui avait pendant trois semaines servi à des expériences propres à le détruire, a été conservé quatorze mois sans eau ni terre; et ayant été planté au bout de ce terme, il s'est gonflé et a poussé de nouveaux jets. Je viens d'ajouter un nouvel exemple à ceux que l'on connaissait.

M. Christian Smith, qui a depuis si malheureusement péri dans l'expédition du Congo, m'avait donné, au mois de février 1816, un grand nombre de plantes desséchées par lui à Ténériffe, au mois de juillet 1815. Sur ce nombre, était un *semper-vivum*. Je l'ai conservé encore onze mois dans mon herbier, et, au mois de janvier 1817, ayant aperçu une petite pointe blanchâtre qui avait poussé dans l'herbier, j'en ai retiré la plante que j'ai mise en terre dans une serre; elle s'y est développée, et j'ai obtenu ainsi une espèce de *semper-vivum*, alors inconnue aux botanistes, depuis lors publiée par Sims sous le nom de *semper-vivum ciliatum*; elle avait, comme on voit, passé dix-huit mois comme plante sèche dans mon her-

bier, ou celui de M. Smith. L'individu même qui a
cette longue épreuve, a fleuri plusieurs fois et pr
plusieurs jeunes plantes. La longueur du temps pen
lequel le *semper-vivum ciliatum* a conservé sa vie
nourriture est d'autant plus remarquable, que la part
tige ainsi conservée était fort petite, et ne pouvait p
beaucoup près perdre à proportion autant de substance
les rameaux épars et charnus des autres plantes gras

Sur une végétation suspendue pendant vingt et un m

Nous devons la note précédente à l'amitié de M
Candolle : notre respectable confrère à l'Académie, M
professeur Thoüin, à qui nous en parlions, a eu la b
de nous communiquer les circonstances non moins
rieuses que nous allons rapporter, et qui sont relati
la suspension, durant vingt et un mois, de toute vég
tion dans des arbres à fruit.

Feu M. Demidoff avait fait construire à Moscou, d
un vaste jardin, des serres où l'on cultivait des plan
des fleurs et même les arbres fruitiers des pays méri
naux; il s'était pour cela lié de correspondance
M. le professeur Thoüin, qui lui adressait presque
les ans de jeunes pieds d'arbres.

Les envois de cette nature s'effectuaient dès qu
chute des feuilles était arrivée, et qu'il était survenu q
ques petites gelées qui avaient interrompu la végétat
le plus ordinairement vers le 20 octobre. A mesure qu
arrachait les arbres de la pépinière, on trempait les
cines dans un baquet rempli d'une sorte de mortie
quide composé de terre franche ou à froment, de b

ui che fraîche et d'eau. Ces racines étaient trempées
p ucées plusieurs fois, de quart d'heure en quart
pe re, dans cette espèce de mortier, et de manière que
ie s les racines, et même le chevelu, fussent enduits
ir couche solide d'une à deux lignes d'épaisseur; le
- était ensuite exposé à l'air libre pendant une heure
leux, et lorsque l'enduit des racines paraissait suffi-
ment essuyé, on réunissait ces jeunes arbres par pa-
ts de huit ou dix individus; on les liait solidement,
près on les couvrait d'une couche de mousse longue,
sque sèche, et qui avait environ 2 pouces d'épais-
r sur toutes les parties souterraines des arbres : ces
érens paquets étaient réunis aux deux extrémités des
ses et assujettis avec des tasseaux, de la mousse et
foin sec. D'après ces dispositions, les tiges et les ra-
ux de ces jeunes arbres se trouvaient dans le milieu
caisses, et y étaient à-peu-près libres; l'air extérieur
ait d'ailleurs rafraîchir ces mêmes parties par quel-
s ouvertures pratiquées dans le milieu des caisses.

Tous les envois de cette nature sont arrivés, après trois,
tre et même cinq mois, à Moscou, en très-bon état,
oiqu'ils aient éprouvé souvent des gelées de 15 à 25 de-
s pendant le voyage. On avait prévenu M. Demidoff
ne point faire dégeler rapidement les arbres lorsqu'ils
viendraient par de trop grands froids, et de faire en
te, au contraire, que le dégel s'effectuât très-lente-
nt. Aussi, quand la température était très-basse au
ment de l'arrivée des arbres, on plaçait d'abord les
sses à l'entrée d'une glacière où il faisait moins froid
à l'extérieur; la température s'élevait peu à peu, et
sque le temps doux était arrivé, on défaisait les caisses,

et les arbres, plantés dans des vases, restaient exposés à l'air libre pendant la belle saison : à l'approche des froids, on les rentrait dans les serres.

Vers l'année 1787, un envoi d'arbres de cette nature étant arrivé à Moscou, en février, par un froid très-rigoureux, fut placé dans la glacière suivant la coutume; les caisses ne furent déballées que dans le courant d'avril. Pendant cette opération, un des paquets composé d'une douzaine d'individus de jeunes arbres du genre du pommier, de deux ans de greffe sur francs et sur paradis, dans la division des calvilles, des rainettes, des apis et des châtaigniers, tomba dans la fosse de la glacière; ce paquet ne fut retrouvé que l'année suivante, quand on nettoya la glacière pour la remplir de nouvelle glace. Les individus qui composaient le paquet furent plantés dans des caisses et poussèrent vigoureusement; plusieurs d'entre eux fleurirent et produisirent quelques fruits qui vinrent en parfaite maturité : ils ont continué de croître les années suivantes, comme ceux dans lesquels la végétation n'avait pas été suspendue.

J'ai beaucoup regretté, dit M. Thoüin, que M. Demidoff n'ait pas profité de cet accident pour faire une expérience d'un grand intérêt; s'il s'était contenté de planter, chaque année, un seul des douze individus qui composaient le paquet, et s'il avait toujours replacé les autres dans la glacière, on se serait assuré du temps pendant lequel la vie active peut être suspendue dans les espèces de cette nature; fait que nous ne connaissons pas, et qu'il eût été très-important de constater.

PARTICULARITÉS *relatives à une plante* (*du genre* ficus australis) *qui a végété, huit mois consécutifs, dans la serre du jardin botanique d'Edimburgh, suspendue en l'air et sans aucune terre.*

Par M. WILLIAM MACNAB, Directeur du Jardin.

LES *ficus australis* sont originaires de la Nouvelle-Galles du sud, et ont été introduits dans nos jardins, en 1789, par Sir Joseph Banks; ils sont maintenant assez communs en Angleterre, où on les traite comme des plantes de serre tempérée (*greenhouse*). Effectivement, dans une bonne serre tempérée, ils végètent assez bien, quoiqu'en général ils soient plus sensibles aux effets du froid que beaucoup d'autres plantes de la même contrée.

Quand je fus nommé, en 1810, directeur du jardin d'Edimburgh, je trouvai cette plante un peu languissante dans le *greenhouse*; mais l'ayant placée, au printemps de 1811, dans la serre chaude, elle commença aussitôt à végéter avec une grande vigueur.....

La tige de la plante, comptée à partir du sol jusqu'à l'origine des branches, avait un pied de long environ. Sur une des branches, à deux pieds de distance de sa jonction avec la tige, je vis sortir une racine (1). Quand elle eut acquis un pied de long, je plaçai dessous un pot de terre supporté par une tablette; aussitôt que ce pot fut

(1) Cette tendance à pousser des racines hors de terre se rencontre, assez communément, dans plusieurs figuiers des tropiques.

rempli de fibres, je résolus d'essayer s'il suffirait tout seul, en supposant qu'on l'arrosât fréquemment, à la nutrition de la plante entière.

En août 1816, je cessai conséquemment d'arroser le vase principal, tandis, au contraire, que la terre du second était fréquemment humectée : le tout demeura ainsi pendant huit mois. Il était alors évident que la terre du pot principal, complètement desséchée, ne fournissait plus rien à la plante; celle-ci, néanmoins, était aussi vigoureuse que lorsque la nourriture lui venait des racines principales. Pour lever néanmoins tous les doutes, le vase où ces racines principales étaient placées, fut enlevé dans le printemps de 1817; la terre qui les enveloppait, desséchée au soleil, tomba peu à peu, toute entière, par l'effet de quelques légères secousses; mais la plante ne parut aucunement en souffrir : seulement les racines, sur ses diverses parties, se montrèrent en plus grand nombre qu'elles ne l'avaient fait jusque-là.

Une de ces nouvelles racines située sur une branche, à trois pieds de la tige et à l'opposé de celle qui nourrissait la plante depuis quelque temps, fut placée dans un vase, à la fin de l'été 1817; aussitôt que le chevelu se trouva formé, on l'arrosa fréquemment, tandis que, en suivant la même marche que dans la première expérience, on cessa, au contraire, d'arroser le second pot : la plante n'en souffrit aucunement. Au printemps 1818, j'enlevai tout-à-fait le second pot, qui depuis quelque temps était entièrement sec, et je fis tomber la terre qui adhérait aux racines, comme on l'avait pratiqué d'abord à l'égard des racines primitives.

Ce troisième pot, d'où la plante tirait maintenant

toute sa nourriture, était à quatre pieds de l'extrémité inférieure de la tige, et très-près du bout d'une des branches : les racines primitives et celles qui ensuite avaient été placées dans le second pot, flottaient dans l'air. Dans un troisième essai en tout semblable aux précédens, et qui fut fait en mai 1819, la plante tirait sa nourriture d'un seul très-petit pot de deux pouces de diamètre, placé sous une racine à l'extrémité d'une des branches.

Enfin, en juillet 1819, je me décidai à essayer si la plante vivrait suspendue en l'air et sans qu'aucune de ses parties touchât à terre. J'enlevai donc le petit pot dont je viens de parler, et je fis tomber peu à peu la terre qui adhérait aux racines, mais, en même temps, je m'astreignis à jeter de l'eau sur les feuilles deux fois par jour : or, quoique l'expérience dure *depuis huit mois*, la plante, suspendue à un treillage, est aussi vigoureuse qu'un autre individu de la même espèce qui est planté dans un pot de terre.

Une circonstance digne de remarque, c'est que cette plante qui porte assez rarement des fruits quand on la cultive à la manière ordinaire, en a été chargée depuis qu'elle est suspendue au treillage ; deux figues se sont formées aux aisselles de presque chaque feuille, et je n'en ai guère vu de plus grosses dans les serres du jardin de Kew.

Depuis l'extrémité des racines jusqu'à celle des feuilles, la plante a maintenant (février 1819) sept pieds et demi. La tige, dans la partie la plus forte, a cinq pouces et demi de circonférence ; elle continue à croître et à

s'étendre, quoique depuis huit mois elle soit suspendue de manière à n'être en contact, par aucune de ses parties, avec une simple molécule de terre.

(Tiré, avec quelques abréviations, de l'*Edimburgh philosophical Journal*, N° V.)

Sur *un Changement subit d'habitude dans une plante exotique.*

Sir G. S. Mackensie possédait depuis trois ans, en Ecosse, une plante originaire du cap de Bonne-Espérance et du genre *tritoma media*. La floraison de cette plante commençait dans le premier mois de notre hiver, qui correspond au premier mois d'été de son pays natal; les fleurs ne tombaient quelquefois que vers le milieu de mai. L'année dernière, Sir G. Mackensie planta quatre pousses nouvelles que le *tritoma* avait fournies; trois d'entre elles étaient en fleur, une en septembre et les deux autres vers la fin d'octobre; mais les fleurs furent totalement détruites par le grand froid de l'hiver dernier, et deux des plantes moururent. La quatrième ne fleurit pas en automne, et végéta avec vigueur malgré le froid: mais, dans le mois de mai, les fleurs commencèrent à se montrer, ce qui prouve que les habitudes de la plante étaient totalement changées.

(*Edimburgh philosophical Journal.* N° V, p. 201.)

Réclamation *de M. le professeur* Playfair, *d'Edimburgh, au sujet d'un article inséré dans les* Annales de Chimie et de Physique, *sur le mouvement perpétuel.*

Nos lecteurs se rappellent peut-être que nous insérâmes dans les *Annales*, en octobre 1818, l'extrait d'une lettre du Dr Brewster, d'Edimburgh, annonçant la découverte qu'un cordonnier de *Linlithgow* venait de faire du mouvement perpétuel. M. Brewster ajoutait que MM. Playfair et Kater, ayant vu la machine, convenaient qu'elle résolvait le problème en question.

Nous avons appris avec une véritable peine, que ce dernier paragraphe avait profondément affligé le savant professeur écossais. Durant la maladie longue et douloureuse qui l'a enlevé aux sciences et à ses nombreux amis, il avait diverses fois manifesté l'intention de nous adresser une réclamation à ce sujet; aussi a-t-on trouvé dans ses papiers une lettre écrite de sa main et renfermant l'indication des circonstances qui ont pu occasioner l'erreur de M. Brewster. Cette lettre nous a été envoyée, et nous l'insérons ici, sur la demande positive et plusieurs fois renouvelée de M. Playfair neveu, tout en regrettant que M. Brewster se soit obstinément refusé à rectifier lui-même ce qu'il y avait d'inexact dans son assertion.

« J'ai lu avec beaucoup de peine et de chagrin, dans » les *Annales de Chimie* du mois d'octobre 1818, » que j'étais cité comme ayant ajouté foi au mouvement

» perpétuel, qu'on dit avoir été inventé par J. Spence, » cordonnier de Linlithgow (1). Cette assertion a non- » seulement trouvé place dans ce journal très-estimé, » mais elle y a été insérée d'après une autorité qui est » aussi très-respectable, celle du Dr Brewster, si connu » en Europe par ses découvertes en physique. J'ai moi- » même une très-grande considération pour le Dr Brews- » ter, et j'ai vécu avec lui dans l'intimité; aussi, quand » je nie la vérité et l'exactitude de l'assertion mention- » née ci-dessus, on comprendra, j'espère, que je ne » prétends pas attribuer au Dr Brewster un faux exposé » volontaire de mon opinion : ce dont je suis bien éloigné » de le croire capable. Je suis persuadé qu'il ne pensait » pas même m'imputer une erreur : peut-être croyait-il » faire honneur à la pénétration de ceux à qui il sup- » posait une opinion favorable d'une machine qui lui » paraissait si digne d'intérêt.

» Voici le fait : en voyant le mouvement circulaire » cité dans la lettre du Dr Brewster, je fus frappé de la » simplicité avec laquelle il se continuait, sans qu'il » parût recevoir son impulsion d'un mécanisme. L'opi- » nion que je me formai, et, autant que je m'en souvienne, » que j'exprimai, fut qu'il valait la peine de constater » dès ce moment, par l'expérience, combien de temps le » mouvement continuerait; et que s'il recevait son im- » pulsion des aimans qui y étaient placés, le mouvement » pourrait continuer jusqu'à ce que les poles opposés se

---

(1) On a reconnu, si je suis bien informé, que le mouvement ne se maintenait dans la machine en question que par un mécanisme qui était assez adroitement caché. (R.)

» fussent neutralisés l'un l'autre, ce qui alors pourrait » s'entendre équivaloir aux conditions d'un mouvement » perpétuel.

» Je recommandai par conséquent une sévère et longue » épreuve, et dans des circonstances où aucun choc ne » pourrait avoir lieu. Cette recommandation fut adressée » en même temps à Spence et au Dr Brewster. On m'as- » sura que Spence me communiquerait son secret avec » plaisir, comme il avait fait au Dr Brewster. Je le re- » fusai, n'aimant pas à posséder des secrets, et convaincu » que cette machine, essayée comme il faut, se mon- » trerait complètement d'elle-même ce qu'elle était, et » de manière à ne plus laisser aucun doute.

» Nous soussignés, attestons que l'écrit ci-dessus (l'ori- » ginal est en anglais, mais nous nous sommes assurés que » la traduction est fidèle) est la copie vraie et exacte d'une » lettre écrite de la main de feu le professeur Playfair.

» *Signé*, James-George Playfair; Dugald Stewart; » Th. Thomson. »

Expériences *relatives à l'aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant voltaïque.*

La brillante découverte que M. OErsted vient de faire consiste, comme on a vu, dans l'action que le courant voltaïque exerce sur une aiguille d'acier *préalablement aimantée.* En répétant les expériences du physicien danois, j'ai reconnu que ce même courant *développe fortement la vertu magnétique* dans des lames de fer ou d'acier qui, d'abord, en étaient totalement privées.

Je rapporterai les expériences qui établissent ce résultat, dans l'ordre, à fort peu-près, où elles ont été faites.

Ayant adapté un fil cylindrique de cuivre, assez fin, à l'un des poles de la pile voltaïque, je remarquai qu'à l'instant où ce fil était en communication avec le pole opposé, il attirait la limaille de fer doux, comme l'eût fait un véritable aimant.

Le fil, plongé dans la limaille, s'en chargeait également tout autour, et acquérait, par cette addition, un diamètre presque égal à celui d'un tuyau de plume ordinaire.

Aussitôt que le fil conjonctif cessait d'être en communication avec les deux poles de la pile *à la fois*, la limaille se détachait du fil et tombait.

Ces effets ne dépendaient pas d'une aimantation préalable de la limaille, puisque des fils de fer doux ou d'acier n'en attiraient aucune parcelle.

On les expliquerait tout aussi peu, en les attribuant à des actions électriques ordinaires ; car, en répétant l'expérience avec des limailles de cuivre et de laiton, ou avec de la sciure de bois, on trouve qu'elles ne s'attachent, dans aucun cas, d'une manière sensible au fil conjonctif.

Cette attraction, que le fil conjonctif exerce sur la limaille de fer, diminue fort rapidement à mesure que l'action de la pile s'affaiblit. Peut-être trouvera-t-on, un jour, dans le poids de la quantité de limaille soulevée par une longueur donnée de fil, la mesure de l'énergie de cet instrument, aux différentes époques d'une même expérience.

L'action du fil conjonctif sur le fer s'exerce à distance : il est facile de voir, en effet, que la limaille

se soulève bien avant que le fil ne soit en contact avec elle.

Je n'ai parlé jusqu'ici que d'un fil conjonctif de laiton; mais des fils d'argent, de platine, etc. donnent des résultats analogues. Il reste toutefois à étudier si, à parité de forme, de masse ou de diamètre, des fils de différens métaux agissent exactement avec la même intensité.

Le fil conjonctif ne communique au fer doux qu'une aimantation momentanée; si l'on se sert de petites parcelles d'acier, on leur donne, parfois, une aimantation permanente. Je suis même parvenu à aimanter ainsi complètement une aiguille à coudre.

M. Ampère, à qui je montrais ces expériences, venait de faire l'importante découverte que deux fils rectilignes et parallèles, à travers lesquels passent deux courans électriques, s'attirent quand les courans se meuvent dans le même sens, et se repoussent quand ils sont dirigés en sens contraires; il avait de plus tiré de là, par analogie, cette conséquence que les propriétés attractives et répulsives des aimans dépendent de courans électriques qui circulent autour des molécules du fer et de l'acier, dans une direction perpendiculaire à la ligne qui joint les deux poles. M. Ampère supposait encore que sur une aiguille horizontale dirigée au nord, le courant dans la partie supérieure se mouvait de l'ouest à l'est. Ces vues théoriques lui suggérèrent à l'instant la pensée qu'on obtiendrait une plus forte aimantation en substituant au fil conjonctif droit dont je m'étais servi, un fil plié en hélice au centre de laquelle l'aiguille d'acier serait placée; il espérait de plus qu'on obtiendrait par là une position constante des poles, ce qui n'arriverait pas

dans ma méthode. Voici comment nous avons soumis, M. Ampère et moi, ces conjectures à l'épreuve de l'expérience.

Un fil de cuivre roulé en hélice était terminé par deux portions rectilignes qui pouvaient s'adapter, à volonté, aux poles opposés d'une forte pile voltaïque horizontale ; une aiguille d'acier enveloppée de papier fut introduite dans l'hélice, mais après seulement que la communication entre les deux poles eût été établie, afin que l'effet qu'on attendait ne pût pas être attribué à la décharge électrique, qui se manifeste à l'instant même où le fil conjonctif aboutit aux deux poles. Pendant l'expérience, la portion de ce fil dans laquelle l'aiguille d'acier était renfermée, demeura constamment perpendiculaire au méridien magnétique, en sorte qu'on n'avait rien à craindre de l'action du globe terrestre.

Or, après quelques minutes de séjour dans l'hélice, l'aiguille d'acier avait reçu une assez forte dose de magnétisme ; la position des poles nord et sud se trouva d'ailleurs parfaitement conforme au résultat que M. Ampère avait déduit, à l'avance, de la direction des élémens de l'hélice, et de l'hypothèse que le courant électrique parcourt le fil conjonctif en allant de l'extrémité zinc de la pile à l'extrémité cuivre.

Il semble donc prouvé, d'après ces expériences, que si un fil d'acier est aimanté par un courant galvanique qui le parcourt longitudinalement, la position des poles n'est pas uniquement déterminée par la direction du courant ; et que des circonstances légères presque inappréciables, telles, par exemple, qu'un faible commencement d'aimantation ; une légère irrégularité dans la

forme ou dans la texture du fil peuvent changer tout à-fait les résultats ; tandis que si le courant galvanique circule autour de l'acier, le long des spires d'une hélice, on pourra toujours prévoir, à l'avance, où viendront se placer les poles nord et sud.

En réfléchissant toutefois sur les discordances singulières que les expériences d'aimantation *par des décharges électriques*, ont présenté aux physiciens qui se sont occupés de cette recherche, il me semblait nécessaire de soumettre à des épreuves plus décisives les phénomènes des courans en hélice. Le lecteur va juger si nous avons atteint ce but.

J'imaginai d'abord de former avec un fil de cuivre deux hélices symétriques (1), chacune de cinq centimètres environ, et séparées par une partie rectiligne du même fil ; les spires de l'une des hélices tournaient dans un sens ;

(1) Ces hélices symétriques sont semblables à celles que les botanistes ont désignées par les mots *dextrorsum* pour l'une, et *sinistrorsum* pour l'autre. Leurs diamètres sont égaux ; les spires qui les composent ont des inclinaisons pareilles ; mais elles ne peuvent jamais être superposées, de quelque manière qu'on les présente l'une à l'autre : en sorte qu'un renversement quelconque ne les fait pas changer d'espèce. L'hélice (tournée) *dextrorsum* est celle que la nature nous offre dans un grand nombre de plantes grimpantes ; c'est aussi presque la seule qu'on emploie dans les arts.

Le cylindre d'acier renfermé dans une hélice *dextrorsum* acquiert un pole austral (celui qui se dirige au nord), du côté négatif, ou cuivre, du fil conducteur ; tandis que ce même pole se formera du côté positif, ou zinc, si l'on se sert de l'hélice *sinistrorsum*. Ces résultats sont conformes à la théorie de M. Ampère.

celles de l'autre dans le sens contraire, mais avec des inclinaisons pareilles; les diamètres étaient égaux. Un fil d'acier renfermé dans un petit tube de verre fut déposé dans la première hélice; je plaçai ensuite un fil parfaitement semblable au précédent, et garanti aussi de toute décharge électrique par une enveloppe vitreuse, dans l'hélice voisine; un petit bout de fil de cuivre établissait une communication constante entre cette dernière hélice et le pole positif de la pile; dès-lors, pour commencer l'expérience, il suffisait d'attacher au pole négatif le fil qui partait de l'extrémité de la seconde hélice: or, à l'instant où cette communication avait lieu, l'électricité accumulée au pole positif de l'instrument s'écoulait par la partie droite du fil conjonctif, atteignait la première hélice, suivait graduellement toutes ses spires, arrivait à la seconde hélice par le fil droit qui la séparait de la précédente, et après l'avoir parcourue, se rendait au pole négatif. Les deux fils d'acier se trouvaient donc soumis l'un et l'autre, durant l'expérience, à l'action d'un courant galvanique de même force; ce courant, en masse, se mouvait dans une seule direction; mais s'il circulait de gauche à droite autour du premier fil, ce même mouvement s'exécutait de droite à gauche autour du second. Or, dans toutes les expériences de ce genre que nous avons faites chez M. Ampère avec une pile assez forte qu'il possède, il a suffi de ce simple changement dans le sens suivant lequel le courant circulait autour des fils d'acier, pour donner lieu à une inversion complète des poles : en sorte que les deux fils renfermés dans les deux hélices symétriques étaient, au même instant, aimantés en sens contraire.

Dans un autre essai, je pliai le fil de cuivre en hélice, de droite à gauche, sur une longueur de 5 centimètres ; ensuite de gauche à droite, sur une longueur égale ; puis enfin, une seconde fois, de droite à gauche : ces trois hélices étaient séparées par des portions rectilignes du même fil.

Un seul et même fil d'acier, suffisamment long, de plus d'un millimètre de diamètre, et enveloppé d'un tube de verre, fut placé dans les trois hélices à la fois. Le courant galvanique, en parcourant les spires de ces diverses hélices, aimanta les portions correspondantes du fil d'acier, comme si elles avaient été séparées les unes des autres. Je remarquai, en effet, qu'à l'un des bouts se trouvait un pole-nord ; à 5 centimètres de distance, un pole-sud ; plus loin, un second pole-sud suivi d'un pole-nord ; enfin, un troisième pole-nord, et à 5 centimètres de là ou à l'autre extrémité de l'aiguille, un pole-sud. On pourrait donc, par cette méthode, multiplier à volonté ces poles intermédiaires que les physiciens ont désignés par le nom de *points conséquens*.

Je dois faire remarquer cependant qu'en général, dans ces expériences, l'influence des hélices s'exerce non-seulement sur les portions du fil d'acier qu'elles renferment, mais encore sur les parties voisines ; en sorte, par exemple, que si l'intervalle compris entre les hélices consécutives est petit, les portions du fil d'acier, correspondantes à ces intervalles, seront elles-mêmes aimantées, comme si le mouvement de rotation imprimé au fluide magnétique, suivant l'idée de M. Ampère, par l'influence d'une hélice, se continuait au-delà des dernières spires.

Ayant cherché à découvrir, pendant qu'on imprimait la feuille précédente, quelles étaient les circonstances qui faisaient varier la position des poles lorsque des fils d'acier étaient parcourus longitudinalement par un courant galvanique, j'ai trouvé invariablement, même avec une pile très-active, que si le fil conjonctif est parfaitement droit, un fil d'acier placé dessus n'en reçoit aucun magnétisme. L'aiguille à coudre dont je m'étais servi dans mes premières expériences avait, il est vrai, acquis des poles; mais alors les effets dépendans de la forme du fil conjonctif n'étaient pas connus, et pour maintenir plus facilement l'aiguille, j'avais un peu enroulé le fil autour de ses extrémités.

On voit que je me suis constamment attaché, dans les expériences précédentes, à éviter qu'aucune décharge ne passât du fil conjonctif à la tige d'acier sur laquelle j'opérais.

Il y a donc une distinction essentielle à établir entre ce mode d'aimantation et celui qui a fait l'objet des recherches de Wilke, de Franklin, de Dalibard, de Beccaria, de Van-Swinden et de Van-Marum; car, dans ce dernier mode, l'aimantation était produite par le passage d'une forte étincelle électrique au travers du barreau d'acier. Il pouvait être curieux toutefois de rechercher si l'étincelle fournie par la pile ne se comporterait pas comme celle qui s'échappe d'une machine ordinaire: or, j'apprends de M. Boisgiraud, répétiteur de physique à l'école militaire de Saint-Cyr, qu'il a fait cette expérience avec succès. Il *soupçonne* qu'en opérant ainsi, la

force magnétique ne devient un peu sensible qu'autant que les deux portions de fil destinées à faire communiquer l'aiguille avec les poles cuivre et zinc, sont elles-mêmes d'acier, et lui forment comme deux espèces d'armures. M. Boisgiraud promet, à ce sujet, de nouvelles expériences dont nous nous empresserons de faire part aux lecteurs des *Annales.*

Le fil conjonctif de cuivre est doué, comme on a vu, d'une vertu magnétique très-intense, tant qu'il communique avec les deux poles de la pile. Il m'est arrivé plus d'une fois de lui trouver encore des traces de cette propriété, quelques instans après que la communication entre les deux poles avait été totalement interrompue; mais ce phénomène est très-fugitif, et je n'ai pas pu le reproduire à volonté. M. Boisgiraud n'a pas été plus heureux que moi, quoique, dans un cas, le fil de platine dont il se servait eût conservé assez de force, après avoir été tout-à-fait isolé de la pile, pour supporter une petite aiguille à coudre.

Les expériences de M. OErsted me paraissent pouvoir être répétées dans une circonstance qui ajouterait encore à l'intérêt qu'elles doivent inspirer, en nous faisant faire un pas de plus vers l'explication du phénomène, jusqu'ici si incompréhensible, des aurores boréales.

Il existe, à l'Institution royale de Londres, une pile voltaïque composée de 2000 doubles plaques de quatre pouces en carré. En se servant de ce puissant appareil, Sir Humphry Davy a reconnu qu'il se produit une décharge électrique entre deux pointes de charbon adaptées

aux extrémités des conducteurs positif et négatif, alors même que ces pointes sont encore distantes l'une de l'autre de $\frac{1}{30}$ ou $\frac{1}{40}$ de pouce. Le premier effet de la décharge est de rougir les charbons : or, aussitôt que l'incandescence est établie, les pointes peuvent être graduellement éloignées jusqu'à *quatre* pouces, sans que pour cela la lumière intermédiaire se rompe. Cette lumière est extrêmement vive, et plus large dans son milieu qu'à ses extrémités : elle a la forme d'un arc.

L'expérience réussit d'autant mieux que l'air est plus raréfié. Sous une pression d'un quart de pouce, la décharge d'une pointe de charbon à l'autre commençait à la distance d'un demi-pouce ; ensuite, en éloignant graduellement les charbons, Sir Humphry Davy obtint une flamme pourpre continue, et qui avait jusqu'à *sept pouces de longueur*.

Il est sans doute très-naturel de supposer qu'un tel courant électrique agira sur l'aiguille aimantée tout comme s'il se mouvait le long d'un fil conjonctif métallique ; néanmoins l'expérience me semble mériter d'être recommandée aux physiciens qui ont à leurs dispositions des piles voltaïques d'une grande force, surtout à cause des vues qu'elle peut faire naître relativement aux aurores boréales. Ne serait-ce pas d'ailleurs, indépendamment de toute application immédiate, un phénomène digne de remarque que la production dans le vide ou dans de l'air très-raréfié, d'une flamme qui, agissant sur l'aiguille aimantée, serait à son tour attirée ou repoussée par les poles d'un aimant ?

Observations (1) *sur les causes présumées de la chaleur propre des animaux.*

Lues à la Société de physique et d'histoire naturelle de Genève, le 4 septembre 1820, par le Prof. de La Rive.

Il est reconnu depuis long-temps que la température propre des animaux est intimement liée avec la fonction de la respiration; que les animaux qui respirent peu ont une température peu élevée au-dessus du milieu qu'ils habitent, tandis que l'homme et tous les quadrupèdes ont une chaleur constante, ordinairement supérieure à celle de l'atmosphère, et égale à environ 40 deg. du thermomètre centig. Il paraît de plus que les oiseaux, qui consomment une plus grande quantité d'air que l'homme, ont une température un peu plus élevée que celle de ce dernier; en un mot, la température propre des différens animaux paraît être à-peu-près proportionnelle à la quantité d'air qu'ils font passer par leurs poumons dans un temps donné.

Cet air, en passant dans les poumons, y subit une altération; une partie de l'oxigène disparaît, et se trouve remplacée par de l'acide carbonique et une certaine quantité de vapeur aqueuse. On observe les mêmes phéno-

---

(1) Le *Mémoire sur la Chaleur animale*, dont on a vu l'extrait, page 37 de ce Cahier, a donné lieu à ces *observations* de M. le professeur de La Rive. Cet article vient de paraître dans le N° de septembre de la *Bibliothèque universelle*. Nous le rapportons ici textuellement, après avoir seulement supprimé, pour éviter un double emploi, l'analyse des expériences de M. Chossat. (R.)

mènes lorsqu'une substance végétale ou animale contenant de l'hydrogène et du carbone est brûlée dans l'air atmosphérique ; une partie de l'oxigène de ce dernier disparaît, et est remplacée par de l'acide carbonique et de l'eau, avec production de chaleur. Rien n'était plus naturel en conséquence que de considérer les phénomènes qui se passaient dans le poumon, comme une espèce de combustion ; l'oxigène était fourni par l'air atmosphérique, les substances combustibles, le carbone et l'hydrogène, par le sang veineux, lequel, au moyen de cette opération, était converti en sang artériel ; et quant à la chaleur dégagée, on supposait que la plus grande partie était absorbée immédiatement et rendue latente par le sang artériel, dont la capacité pour le calorique était, suivant Crawford et d'autres auteurs, plus grande que celle du sang veineux. Ce calorique, qui se trouvait ainsi à l'état latent dans le sang artériel, devenait calorique sensible dans le cours de la circulation, à mesure que le sang artériel était converti en sang veineux. On alla plus loin, et on essaya de calculer si la quantité d'oxigène consommée par un homme dans un temps donné, était suffisante pour rendre compte de la température supérieure que cet homme possédait.

Priestley, Menziés, Lavoisier et Séguin, Davy, Allen et Pepis s'occupèrent à résoudre ce problême. Les résultats généraux furent qu'un homme consomme en moyenne, dans les vingt-quatre heures, 25 pieds cubes de gaz oxigène ; que la quantité d'acide carbonique produite est, à peu de chose près, un neuvième moindre ; le reste de l'oxigène étant supposé, ou former de l'eau, ou se combiner avec les différentes parties du système. La quantité

d'acide carbonique produite par la respiration d'un homme dans ces vingt-quatre heures, contient environ 11 onces de charbon solide : or, comme il est reconnu que le charbon, en se brûlant ou en se combinant avec la quantité d'oxigène nécessaire pour devenir acide, fond quatre-vingt-seize fois son poids de glace à zéro, lors même qu'il fait partie des substances végétales, il s'ensuit que, par l'effet de la formation de l'acide carbonique dans les poumons, il doit se développer, dans les vingt-quatre heures, une quantité de calorique capable de fondre environ 70 liv. de glace, ou, ce qui revient au même, d'amener de 0 à 75° centig., tout près de soixante-dix livres d'eau ; et cela, par la seule combinaison de l'oxigène avec le carbone du sang, sans y comprendre le surplus de l'oxigène, environ un neuvième du tout, non employé à la formation de l'acide carbonique.

Telles étaient en résumé, les notions imparfaites à la vérité, mais jusqu'à un certain point satisfaisantes, que l'on avait sur la cause de la chaleur animale. Les expériences de Crawford, au moyen desquelles il essayait d'établir la différence entre la capacité pour le calorique du sang artériel et celle du sang veineux, étaient, à la vérité, sujettes à une infinité d'objections, et tellement remplies de manipulations difficiles, qu'il était impossible d'y ajouter une entière foi. Aussi quelques auteurs imaginèrent-ils diverses hypothèses, qu'il est inutile d'examiner, pour expliquer ce qui se passait dans le poumon. Mais ce fut en 1811 que Brodie publia, dans les *Transactions philosophiques*, un Mémoire qui forma une objection formidable à toutes ces explications. Il prouva, par une suite d'expériences, que lorsque l'on

décapite des animaux, et que par des moyens artificiels on maintient la respiration, le sang circule comme à l'ordinaire, qu'il se forme dans les poumons la même quantité d'acide carbonique, et que cependant la chaleur diminue plus vite dans cet animal que dans un autre de la même espèce qui a été tué, et dans lequel on n'a pas soutenu artificiellement la respiration. D'où il suit : 1° que malgré l'insufflation artificielle, la décapitation fait baisser la chaleur animale ; 2° que les animaux décapités et insufflés se refroidissent plus vite que les animaux tués par la simple section de la moelle épinière sous l'occipital, et que par conséquent, après la décapitation, il ne peut pas se produire une quantité appréciable de chaleur. D'où il conclut que lorsque l'air respiré est plus froid que la température naturelle de l'animal, l'effet de la respiration n'est point la production, mais la diminution de la chaleur animale.

Cette conclusion se trouvait directement en opposition avec les idées reçues. Le Gallois, le premier, essaya de réfuter Brodie ; il crut que la décapitation agissait en débilitant profondément le système nerveux, et ayant remarqué que le sang après la décapitation conservait, en passant dans les veines, à-peu-près la même couleur qu'il avait dans les artères ; il en conclut que l'action du système nerveux consiste à déterminer le changement de capacité pour le calorique qui doit exister entre le sang veineux et le sang artériel.

Le Gallois constata en outre par des expériences, que le refroidissement des animaux est en raison composée de la difficulté qu'ils ont à respirer et de la consommation de l'oxigène ; en sorte que lorsque la difficulté de respirer

est la même dans deux épreuves différentes faites sur le même animal, le plus grand refroidissement correspond à la plus petite consommation de l'oxigène, et réciproquement.

Il trouva aussi que la simple raréfaction de l'air, portée au point de faire baisser le baromètre de moins de 30 centimètres, suffit pour faire refroidir l'animal qui le respire. D'où il résulte que le froid qu'on éprouve sur les hautes montagnes ne dépend pas absolument de celui de l'atmosphère, mais qu'il reconnaît de plus une cause intérieure liée avec la respiration.

Le Gallois aperçut aussi un fait qui avait déjà été entrevu par Prout et Fife; c'est que la quantité de gaz acide carbonique expiré n'est point en rapport constant, ni avec l'oxigène qui a disparu, auquel il est pour l'ordinaire inférieur, ni avec le refroidissement de l'animal. Le Gallois se proposait de faire de nouvelles recherches sur ce sujet, lorsqu'il fut enlevé par la mort aux sciences et à ses amis.

Voilà à-peu-près quel était l'état de la question lorsque notre compatriote M. le Dr Chossat lut, à l'Académie des Sciences de Paris, et publia un Mémoire dans lequel on trouve des expériences nouvelles et intéressantes..... ..... Telles sont en résumé les expériences intéressantes contenues dans ce Mémoire. Peut-on en conclure que la seule source de la chaleur animale soit dans l'action du système nerveux, et cela, parce que malgré que la circulation et la respiration aient continué, la chaleur animale a baissé immédiatement après les lésions faites à ce système, et d'une manière proportionnelle à ces lésions? Ces conclusions renferment très-probablement beaucoup de vérité, mais elles ne doivent pas être prises, je crois, d'une manière aussi générale et aussi positive. Observons

en effet que, dans les lésions profondes du système nerveux, il est possible que l'on porte de telles atteintes au principe vital, que l'animal meurt, non point en conséquence de la cessation de la production de la chaleur, ainsi que l'avance notre auteur, mais que cette cessation ne soit que la conséquence naturelle de la mort même de l'animal, résultante de ses blessures. — On ne peut, du reste, contester à l'auteur du Mémoire d'avoir établi un fait important, c'est que l'abaissement de la chaleur animale est constamment proportionnel aux lésions du système nerveux. — Mais la respiration, l'absorption de l'oxigène, la décarbonisation du sang ne jouent-elles aucun rôle dans la production de la chaleur animale? — Notre auteur paraît avoir eu quelques légers doutes à cet égard, lorsqu'il dit qu'en liant l'aorte, il empêchait l'action des nerfs sympathiques pour la production de la chaleur, en les privant des matériaux sur lesquels ils opèrent. Il est fâcheux, comme je l'ai déjà observé, qu'il n'ait pas davantage approfondi cette idée.

Allons plus loin, et voyons si, dans le nombre des faits physiques que nous connaissons, nous ne pouvons point trouver des analogies qui puissent jeter quelque jour sur ce sujet, et concilier les divers phénomènes observés, les diverses opinions avancées. L'action galvanique produite par le contact de deux métaux ayant des électricités opposées, dont l'un s'oxide plus facilement que l'autre, et d'une solution contenant de l'oxigène, telle que l'eau et surtout l'eau acidulée, agit sur les animaux, dans plusieurs occasions, d'une manière tout-à-fait analogue à l'influence nerveuse. Tout le monde connaît la contraction des muscles que l'on opère par ce moyen, et l'espèce de vie que l'on peut ainsi rendre momentanément à un cadavre. Le D^r^ Ure a rétabli, par ce moyen, pendant quelques instans, la circulation et la respiration chez un homme supplicié depuis plusieurs heures. W. Philip a réussi à faire digérer des lapins auxquels il avait coupé la huitième paire, en mettant les extrémités de cette paire et la surface de l'abdomen dans le circuit voltaïque. Tandis que, dans l'estomac d'autres lapins, auxquels on avait fait la même opération et qu'on

ne galvanisait pas, la nourriture ne subissait aucun changement (1). Wollaston et Brodie ont prouvé que les sécrétions animales sont influencées par l'action galvanique. Tout enfin, ne semble-t-il pas indiquer qu'il serait possible que cette action, ou une action semblable, eut quelque analogie avec la production de la chaleur animale.

Ces inductions prendront plus de consistance si nous examinons la production de la chaleur dans nos appareils voltaïques; phénomène connu depuis long-temps, et auquel on n'a pas donné, je crois, assez d'attention. En effet, si l'on charge d'eau acidulée un appareil, n'eût-il même qu'un seul élément; que l'on réunisse les métaux par une substance propre à conduire le fluide, mais dans laquelle son passage soit gêné, telle qu'un fil de métal d'un très-petit diamètre, proportionnellement à la surface des métaux (ce fil peut être de la même nature que les élémens de l'appareil), ou des brins de coton ou d'amiante humectés, le fil ou les brins s'échaufferont, au point que le fil deviendra rouge et quelquefois se fondra, l'eau contenue dans le coton se vaporisera. Ce phénomène se renouvellera, en renouvelant la liqueur acidulée. Sans chercher à découvrir le cours de cette singulière action, et sans essayer de fixer la part que doit avoir dans ce phénomène la consommation de l'oxigène et l'oxidation des métaux, il me semble qu'il existe entre cette action et la production de la chaleur animale une analogie assez sensible. Le sang vient à la surface du poumon, se charger d'oxigène, puis, dans le cours de la circulation, il entre en contact avec des substances animales qu'il oxide. Si parmi ces substances il y en a qui aient des électricités opposées, et qui soient les unes plus oxidables et les autres moins; de plus, si ces substances se trouvent réunies par des fils très-déliés, tels que les derniers filamens nerveux, susceptibles par leur nature, dans leur état de vie, de conduire le fluide, mais aussi par leur petitesse de gêner son passage; n'aurons-nous pas ainsi une suite d'appareils voltaïques, qui produiront

(1) Ces expériences sont contestées par M. Magendie.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	757,16	+15,2	78	755,14	+18,6	58	754,07	+19,4	52	754,38	+13,4	93	+19,4	+10,2	Très-voilé.	N. E.
2	755,14	+16,0	74	755,54	+17,2	75	755,73	+16,0	70	756,54	+12,2	93	+17,5	+12,2	Pluie.	O. N. O.
3	758,97	+16,2	74	759,54	+18,6	54	760,02	+18,8	40	761,24	+17,9	73	+18,8	+ 7,5	Nuageux.	N.
4	761,43	+18,8	57	761,00	+19,6	50	760,16	+20,8	42	760,28	+15,2	65	+20,3	+11,0	Nuageux.	N.
5	759,07	+16,2	64	758,26	+19,0	46	757,30	+19,4	44	756,43	+15,0	60	+19,4	+10,0	Beau.	E.
6	754,60	+15,3	70	754,36	+19,3	57	754,54	+20,6	48	756,72	+15,5	70	+20,6	+10,4	Trouble.	E.
7	759,40	+16,5	71	759,55	+19,1	52	759,77	+18,5	50	761,10	+13,0	62	+19,5	+13,0	Superbe.	E. N. E.
8	762,78	+17,8	72	762,70	+20,3	61	763,00	+21,0	57	764,94	+16,0	77	+21,0	+ 9,8	Nuageux.	E. N. E.
9	766,54	+16,8	77	765,02	+19,1	60	765,40	+20,1	50	765,37	+15,8	72	+20,1	+13,1	Nuageux.	E. N. E.
10	765,56	+17,6	64	764,90	+21,5	46	764,20	+22,0	39	764,08	+16,3	67	+22,0	+10,7	Légers nuages.	N. E.
11	764,04	+19,0	64	763,22	+21,2	48	762,40	+22,6	37	762,17	+17,8	68	+22,6	+11,0	Beau.	N. E.
12	762,30	+19,6	57	761,57	+22,5	54	761,07	+23,1	46	760,90	+17,5	75	+23,1	+12,0	Beau.	E.
13	760,87	+17,8	67	760,30	+21,4	50	759,48	+22,2	40	759,18	+16,7	60	+22,3	+12,2	Beau.	E. N. E.
14	757,55	+17,2	64	756,73	+20,5	50	755,73	+21,2	44	755,00	+13,8	65	+21,3	+ 9,8	Très-beau.	E.
15	753,68	+19,1	72	753,30	+24,1	61	753,56	+22,2	64	755,93	+17,5	66	+24,1	+13,0	Nuageux.	O. S. O.
16	759,10	+16,5	71	759,16	+17,9	55	758,80	+19,0	47	759,70	+15,3	75	+19,0	+10,0	Nuageux.	O. N. O.
17	759,70	+17,5	56	758,43	+19,8	47	757,26	+19,0	46	756,03	+14,4	74	+19,8	+13,0	Nuageux.	O. S. O.
18	756,52	+18,8	64	748,60	+20,8	63	748,50	+13,5	90	750,67	+13,2	80	+20,8	+ 8,4	Couvert.	S. O. très-fort.
19	754,67	+12,1	73	755,26	+13,9	55	755,70	+14,0	51	758,60	+ 8,0	70	+14,0	+ 7,3	Nuageux.	O.
20	759,30	+11,5	75	758,33	+15,5	53	756,62	+15,5	47	753,40	+11,2	60	+15,5	+ 4,4	Nuageux.	S. O.
21	746,25	+12,9	70	746,48	+15,5	61	745,92	+14,7	65	745,80	+ 9,5	81	+15,5	+ 8,4	Nuageux.	O.
22	750,64	+12,6	77	752,50	+12,3	72	754,10	+10,6	80	758,07	+ 9,5	85	+13,3	+ 7,2	Pluie fine.	O.
23	762,04	+13,8	77	761,80	+16,8	71	761,50	+16,3	82	761,14	+14,8	96	+16,8	+ 7,8	Couvert.	O. S. O.
24	758,13	+16,2	71	757,37	+17,9	71	755,20	+20,1	59	753,89	+15,9	96	+20,1	+13,2	Couvert.	S. O.
25	752,86	+14,4	70	752,42	+16,5	54	752,06	+14,8	52	752,68	+ 9,4	74	+16,5	+ 8,5	Nuageux.	O. S. O.
26	755,07	+12,1	74	755,94	+14,5	50	756,50	+13,2	51	759,90	+ 8,1	80	+14,5	+ 7,8	Nuageux.	O.
27	762,98	+10,0	66	762,92	+11,9	47	762,11	+12,6	40	762,22	+10,3	73	+12,7	+ 5,2	Couvert par interval.	O. N. O.
28	762,74	+12,2	78	762,40	+15,5	63	762,18	+15,0	63	762,48	+ 9,5	59	+15,5	+ 9,0	Très-nuageux.	O.
29	761,31	+12,0	79	760,54	+16,5	60	760,21	+17,4	51	762,09	+13,8	77	+17,4	+ 5,0	Nuageux.	S.
30	762,58	+14,6	64	761,54	+17,0	40	759,91	+17,4	39	759,00	+10,5	64	+17,4	+10,5	Beau ciel.	S. E.
1	760,06	+16,6	70	759,70	+19,2	56	759,42	+19,7	49	760,21	+14,0	73	+19,9	+10,8	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,17	+16,9	68	757,49	+19,8	54	756,91	+19,4	51	757,16	+14,5	69	+20,2	+10,1	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 3,645.
3	757,46	+13,0	73	757,39	+15,4	59	756,97	+15,2	58	757,73	+11,1	79	+16,0	+ 8,3	Moyenn. du 21 au 30.	Cont, 3,830.
	758,57	+15,5	70	758,10	+18,4	56	758,11	+18,1	53	758,33	+13,2	74	+18,7	+ 9,7	Moyennes du mois,	+ 9,7.

SUITE

Des Faits pour servir à l'histoire de l'Or.

Par Mr J. Pelletier.

De l'Action de la baryte sur le chlorure d'or.

L'action de la baryte sur le chlorure d'or diffère peu de celle qu'exerce la potasse sur la même combinaison. La seule différence remarquable existe dans l'affinité plus grande de l'oxide d'or pour la baryte; affinité telle, qu'en employant même peu de baryte, on retrouve toujours de cette base en combinaison avec l'oxide d'or précipité, bien qu'une certaine quantité de chlorure d'or reste dans la liqueur. Le précipité retient aussi opiniâtrément du chlore, probablement à la faveur de la baryte.

En employant un excès de baryte pour la décomposition du chlorure d'or, on obtient une poudre noire qui est de l'oxide d'or non hydraté; cet oxide retient toujours une certaine quantité de baryte : il faut, pour l'en dépouiller, employer de l'acide nitrique assez concentré, sauf ensuite à étendre d'eau pour ne pas enlever d'oxide d'or; mais, dans ce cas, il y a souvent de l'or réduit. La liqueur surnageant l'oxide d'or obtenu par la baryte en excès est incolore; c'est un mélange de chlorure de barium et d'aurate de baryte, dans lequel celui-ci jouit de propriétés analogues à celles de l'aurate de potasse, avec des modifications qui résultent des propriétés particulières à la baryte. Ainsi, par exemple, en évaporant les liqueurs à l'air libre, il se précipite une poudre vio-

lette qui est un mélange d'oxide d'or et de carbonate de baryte.

Le précipité obtenu par la baryte dans le chlorure d'or étant toujours plus abondant que celui fourni par la potasse, les pharmacologistes et M. Oberkampf lui-même ont indiqué ce moyen pour obtenir l'oxide d'or; mais ce procédé doit être rejeté, puisque l'oxide d'or ainsi obtenu retient de la baryte dont il est difficile de le priver.

Action de la magnésie sur le chlorure d'or.

Lorsqu'on fait chauffer de la magnésie dans une dissolution de chlorure d'or, et que la magnésie n'est pas en excès, on obtient un oxide d'or hydraté imprégné de chlorure; ce précipité retient toujours un peu de magnésie; la liqueur, d'un jaune brunâtre, contient du chlorure d'or et de l'hydrochlorate de magnésie (1). Lorsqu'au contraire, on met un excès de magnésie, le précipité est également formé d'oxide d'or hydraté et de magnésie en excès, dont une partie doit être combinée à l'oxide. La liqueur contient de l'hydrochlorate de magnésie et de l'aurate magnésien. Elle est incolore par elle-même; mais se colore par l'acide hydrochlorique.

Le précipité, bien lavé, donne à l'eau des traces d'or et de magnésie lorsqu'on le fait bouillir dans ce liquide, bien après qu'on n'y peut plus démontrer la présence de

(1) Nous nous servons ici de l'expression d'hydrochlorate, parce qu'il est très-probable que c'est à cet état que le chlorure de magnésium existe en dissolution dans l'eau.

l'hydrochlorate magnésien. Cependant, comme les premiers lavages jaunissent d'une manière bien plus forte que les derniers par le moyen de l'acide hydrochlorique, il faut que l'hydrochlorate de magnésie facilite la dissolution de l'aurate de la même base. Lorsqu'on soumet l'oxide d'or combiné à la magnésie ou mélangé avec un excès de cette terre à l'action d'un acide capable de dissoudre la magnésie sans réduire l'oxide d'or, on obtient celui-ci à l'état de pureté; sa couleur est d'un jaune rougeâtre, si l'acide employé est étendu d'eau, parce qu'il se trouve à l'état d'hydrate; il est noir si l'acide est un peu concentré; dans ce cas, il se trouve déshydraté.

Le traitement du chlorure d'or par la magnésie offre le meilleur procédé à suivre pour obtenir l'oxide d'or; en effet, en employant un excès de magnésie, il reste peu d'or en dissolution dans les liqueurs, et la magnésie peut être facilement enlevée par l'acide nitrique.

M. Van-Mons, dans une des notes qu'il a intercalées dans sa traduction de la *Philosophie chimique* de Davy, indique l'oxide de zinc comme très-bon pour se procurer l'oxide d'or; ce procédé réussit comme avec la magnésie; mais il faut laver le précipité par de l'acide nitrique; précaution que n'indique pas ce chimiste.

Des prétendus sels triples d'or.

Si l'oxide d'or ne peut former de combinaisons binaires avec les acides (car nous ne considérons pas comme telle sa dissolution dans l'acide nitrique et l'acide sulfurique concentrés), peut-il donner lieu à des sels

triples? Nous ne le pensons pas. En effet, tous ces prétendus sels triples ont été faits avec la solution d'or dans l'eau régale. Dans cette dissolution, l'or est à l'état de chlorure; l'addition d'un chlorure étranger, tel que celui de sodium ou de potassium, ne doit donc donner lieu qu'à des chlorures doubles. L'addition d'un sulfate, d'un phosphate, ne produit également aucun changement, et peut être considérée comme ne donnant lieu qu'à de simples mélanges.

Mais en ajoutant un chlorure alcalin dans le chlorure d'or, s'il ne se fait pas un sel triple, se fait-il une combinaison entre les deux chlorures? La chose ne paraît pas se passer ainsi, car on ne découvre dans l'union de ces chlorures aucune propriété dont on ne puisse se rendre raison, en les supposant simplement mélangés. La cristallisation de ces prétendus sels triples est toujours celle du chlorure alcalin employé; observation que M. Oberkampf, qui admet l'existence des sels triples, a faite lui-même, et qui se trouve confirmée par mes expériences.

Action de l'iode sur l'or.

Iodure d'or.

L'iode n'a pas d'action très-sensible sur l'or; il altère à peine l'éclat de sa surface. L'acide hydriodique n'en a aucune; mais l'acide hydriodique ioduré attaque et même dissout l'or. Le meilleur moyen pour dissoudre l'or dans l'acide hydriodique ioduré, consiste à prendre l'or très-divisé et à le faire bouillir avec de l'acide hydriodique, auquel on ajoute peu à peu de l'acide nitrique durant le

courant de l'opération. Il faut avoir soin de laisser dans la liqueur un excès d'acide hydriodique ioduré, sinon l'iodure d'or se précipiterait et serait mêlé avec l'or métallique. La liqueur filtrée bouillante, laisse souvent déposer par le refroidissement de l'iodure d'or en poudre d'un jaune citrin, très-brillante et comme cristalline; mais la plus grande partie de l'iodure reste en dissolution dans l'acide hydriodique ioduré. On l'obtient en entier, en ajoutant dans la liqueur de l'acide nitrique qui décompose l'acide hydriodique, et en chauffant la liqueur pour dégager l'excès d'iode; il se précipite alors de l'iodure d'or, sous forme d'une poudre d'un jaune verdâtre.

Si, dans l'acide hydriodique, on ajoutait sur-le-champ et dès le commencement de l'opération assez d'acide nitrique pour le décomposer en entier, et précipiter tout l'iode, on n'attaquerait point l'or, parce que ce serait comme si on faisait agir l'iode pur sur ce métal.

On peut aussi obtenir l'iodure d'or en mettant de l'oxide d'or en contact avec l'acide hydriodique.

Enfin, on réussit également en ajoutant à une solution de chlorure d'or, de l'hydriodate de potasse; mais, dans ce cas, il faut chauffer les liqueurs pour dégager un excès d'iode qui se précipite avec l'iodure d'or.

L'iodure d'or obtenu par ces divers procédés est parfaitement identique par ses propriétés et ses proportions.

L'iodure d'or est insoluble dans l'eau froide; l'eau bouillante n'en dissout que de très-petites quantités. Les acides hydrochlorique, nitrique et sulfurique ne le décomposent pas à froid; par l'ébullition avec ces acides concentrés, l'or se réduit et l'iode se dégage : ces acides

semblent donc n'agir qu'en permettant à la température de s'élever.

L'iodure exposé à l'action de la chaleur se décompose à une température qui ne passe pas 150°.

Les alcalis en solution décomposent instantanément l'iodure d'or. Avec la potasse, on obtient de l'iodate et de l'hydriodate de potasse; l'or reste à l'état métallique sous forme pulvérulente. Rien de facile comme la théorie de cette décomposition; mais si l'on compare l'action de la potasse sur le chlorure d'or, à celle que cette base exerce sur l'iodure d'or, on se demandera pourquoi, dans le premier cas, l'or s'oxide-t-il, et pourquoi ne se forme-t-il pas plutôt une certaine quantité de chlorate de potasse? Cela me paraît venir de ce que l'iode a plus d'affinité que le chlore pour l'oxigène. Cette expérience tend aussi à prouver que les muriates alcalins sont des chlorures, et non des hydrochlorates.

J'ai fait plusieurs expériences, dans la vue de déterminer les proportions de l'iodure d'or. J'ai d'abord desséché l'iodure avec beaucoup de soin, à la chaleur du bain-marie non bouillant, chaleur incapable de le décomposer. J'ai ensuite chassé l'iode par une chaleur rouge. 50 milligr. d'iodure, traités par ce moyen, m'ont donné, dans une première expérience, 33 milligr. d'or métallique. Une seconde expérience m'a donné 33 millig. faibles. Une troisième faite avec 100 milligr. m'a donné 65 milligr. fort poids, par conséquent près de 66 milligr. Ces trois expériences sont donc d'accord entre elles. Ayant décomposé ensuite 50 milligr. d'iodure par la

potasse (1), j'ai également obtenu 32 millig. fort d'or métallique ; il s'ensuit donc que l'iodure d'or est formé de :

Iode,	34	100 ;
Or,	66	194,1176.

Ces résultats sont assez extraordinaires ; en effet, M. Gay-Lussac a trouvé que 100 d'iode dans un iodure métallique correspondent à 6,402 d'oxigène dans l'oxide du même métal ; il faudrait donc que :

194,1176 d'or absorbent simplement pour s'oxider, 6,4020 d'oxigène ; ce qui donnerait pour 100 d'or, 3,3495, au lieu de 12,077 qu'on devrait obtenir, d'après l'analyse de l'oxide d'or par M. Berzelius, ou 10,01, d'après celle de M. Oberkampf. Mais si on compare cette quantité (3,3495) à l'oxigène de l'oxide au *minimum*, qui est de 4,026, d'après M. Berzelius, et qui ne serait que de 3,33 en calculant cet oxide d'après les proportions du peroxide d'or données par M. Oberkampf = 10,01, on rentrera exactement dans notre analyse, et on sera convaincu que l'iodure obtenu doit être considéré comme un sous-iodure correspondant au protoxide de ce métal. Le per-iodure existe peut-être dans la dissolution d'or, au moyen de l'acide hydriodique ioduré ; mais nous ne savons pas comment l'isoler de l'excès de l'acide hydriodique ioduré sans le décomposer. Si notre analyse de l'iodure d'or est exacte, comme nous ne pouvons en

---

(1) J'ai de nouveau répété ces expériences sur un gramme d'iodure d'or desséché sous la cloche au moyen de l'acide sulfurique ; j'ai obtenu 0,655 d'or métallique.

douter, l'ayant répétée plusieurs fois, il est facile (d'après les données de M. Gay-Lussac sur la constitution des iodures) d'en conclure d'une manière rigoureuse les proportions des oxides d'or, et nous aurons :

Protoxide d'or, { oxigène, 3,3495 ; or, 100.

Peroxide d'or, { oxigène, 10,03 ; or, 100.

Les proportions données par M. Oberkampf s'approchent beaucoup de ces dernières ; mais comme il est bien plus facile de faire l'analyse directe de l'iodure d'or, que de faire celle de l'oxide, qui, préparé à la manière de M. Oberkampf, peut contenir un peu de baryte, nous croyons devoir nous arrêter à celle que nous venons de donner.

Cependant nous ne pouvons nous abstenir d'un peu de crainte en voyant nos résultats différer de ceux obtenus par M. Berzelius ; mais si, oubliant le chimiste, on compare la méthode employée par ce savant à celle que nous avons mise en usage, on ne peut se dissimuler qu'elle doit être moins susceptible de précision que la nôtre par la quantité d'opérations manuelles qu'elle entraîne.

De l'analyse de l'oxide d'or, M. Berzelius a conclu les proportions de plusieurs autres combinaisons aurifiques, ainsi que le poids de la molécule d'or. On conçoit que par les mêmes calculs, en partant d'une autre *donnée*, on doit arriver à d'autres résultats. C'est ainsi que si l'on adopte notre analyse de l'iodure d'or, on en conclura le poids de la molécule d'or = 29,93,

au lieu de 24,86, le poids de la molécule de l'oxigène étant pris pour unité; et le nombre proportionnel de l'or indiqué en nombre rond, sera de 299, l'oxigène étant 10. On pourra alors calculer les proportions des autres combinaisons de l'or, d'après le tableau suivant :

Or 299	10 oxigène,	protoxide;	
	30 oxigène,	deutoxide;	
	44 chlore,	protochlorure;	
	132 chlore,	perchlorure,	etc.

Examen de l'action que quelques substances végétales, et spécialement les acides végétaux, exercent sur le chlorure et l'oxide d'or.

Depuis long-temps on a observé l'action des substances végétales sur la dissolution régaline d'or. On sait que cette action consiste généralement dans la réduction plus ou moins prompte de l'or à l'état métallique, et comme on supposait que l'or était oxidé dans ses dissolutions, on expliquait sa précipitation par la réduction de son oxide au moyen de l'hydrogène et du carbone des substances végétales. En considérant l'or comme non oxidé et à l'état de chlorure dans sa solution dans l'eau régale, on explique la précipitation de l'or par l'hydrogénation du chlore, au moyen de l'hydrogène contenu dans les matières organiques.

Mais toutes les matières végétales ne réduisent pas l'or (sinon peut être par un long espace de temps); d'autres, au contraire, le précipitent très-promptement de ses solutions. Dans quelles circonstances la précipitation est-elle complète, partielle ou nulle, prompte ou lente?

Telle est la chose qu'il faudrait déterminer. Je me bornerai ici à examiner l'action des acides et des sels végétaux sur le chlorure et sur l'oxide d'or, parce qu'elle a plus spécialement rapport à l'objet de ce Mémoire. D'ailleurs, étant bien connue, cette action des acides sur les préparations d'or fera concevoir celles que doivent exercer les autres substances végétales.

Action de l'acide oxalique sur le chlorure d'or.

1re *Expérience.* J'ai mis de l'acide oxalique dans une dissolution de chlorure d'or aussi neutre que possible; au bout de quelques heures, j'avais déjà des traces d'or métalliques sur les parois du vase : le précipité augmenta rapidement; cependant les dernières portions d'or furent long-temps à se précipiter. Au bout de quinze jours, tout l'or était réduit; il n'y avait dans la liqueur que de l'acide hydrochlorique et de l'acide oxalique.

Lorsque le mélange d'acide oxalique et de chlorure d'or est exposé à une lumière vive, l'action est plus rapide; elle est extrêmement lente dans l'obscurité.

2me *Expérience.* J'ai mis de l'oxalate acidule de potasse dans du chlorure d'or. Après quelques instans, la liqueur a pris une teinte verdâtre; il s'est fait en même temps une vive effervescence. Le lendemain, tout l'or était réduit. Il y avait dans la liqueur du chlorure de potassium et de l'oxalate acidule de potasse.

3me *Expérience.* On a substitué à l'oxalate acidule de potasse de l'oxalate neutre de la même base; les mêmes phénomènes ont eu lieu, mais avec plus de rapidité; tout l'or était précipité au bout d'une heure.

M. Van-Mons est le premier auteur de cette observation : il a vu l'effervescence qui a lieu dans ce cas, et il l'a attribuée à de l'acide carbonique ; ce qui est exact. L'acide carbonique qui se dégage n'est même mêlé à aucun gaz, si la dissolution d'or ne contient pas d'acide nitrique. Selon M. Van-Mons, l'or cependant n'est réduit qu'après vingt-quatre heures ; probablement son chlorure d'or contenait de l'acide hydrochlorique libre, qui a changé l'oxalate neutre en oxalate acide. L'oxalate d'ammoniaque et celui de soude produisent les mêmes effets.

On peut avec succès employer ce moyen de réduire l'or dans l'analyse minérale, surtout lorsqu'on ne veut pas ajouter dans les liqueurs un métal étranger.

Pendant la réduction de l'or au moyen de l'acide oxalique, il se dégage aussi de l'acide carbonique ; mais ce dégagement, qui est réel, n'est pas sensible à la vue, lorsque les liqueurs sont un peu étendues.

Action de l'acide tartrique sur le chlorure d'or.

1re *Expérience.* Ayant mis de l'acide tartrique dans une solution de chlorure d'or, il n'y a pas eu d'action sensible entre ces corps au bout de plusieurs jours.

2me *Expérience.* Du tartrate acidule de potasse a été ajouté à du chlorure d'or ; au bout de quelques jours, les liqueurs étaient décolorées, et l'or précipité à l'état métallique. Dans cette expérience, il n'y a *pas eu dégagement d'acide carbonique.*

3me *Expérience.* On a substitué au tartrate acidule de potasse du tartrate neutre ; la réduction a eu lieu de la même manière, mais plus rapidement.

4^me^ *Expérience.* Le tartrate de potasse et de soude s'est comporté comme le tartrate de potasse, dans l'expérience précédente.

Action de l'acide citrique sur le chlorure d'or.

L'acide citrique et les citrates alcalins se comportent exactement avec le chlorure d'or, comme l'acide tartrique et les tartrates.

Action de l'acide acétique sur le chlorure d'or.

1^re^ *Expérience.* L'acide acétique peut rester mélangé avec une solution de chlorure d'or, sans y apporter d'altération (1).

2^me^ *Expérience.* On a mis de l'acétate de potasse dans du chlorure d'or, la liqueur s'est bientôt troublée; il s'est précipité une poudre d'abord verdâtre, puis violette, enfin noire, qui n'avait pas de brillant métallique; mais elle en acquérait par le frottement : il a fallu plusieurs jours pour précipiter tout l'or.

D'autres expériences m'ont également prouvé que les acétates, en général, réduisaient l'or moins facilement que les tartrates, les citrates, etc.

Si nous considérons ces expériences dans leur ensemble, nous remarquerons qu'excepté l'acide oxalique, les acides (du moins dans un temps donné) ne décomposent pas les chlorures d'or; mais par la présence d'une

(1) Ces dernières expériences ont été faites depuis peu; j'ignore si plusieurs mois pourraient donner lieu à des décompositions ultérieures.

base, la décomposition a lieu ; alors le chlore est enlevé à l'or, par la base qui s'y combine, à la faveur d'une partie de l'hydrogène de l'acide végétal : hydrogène qui sert à réduire la base, s'il se forme un chlorure alcalin, ou à élever le chlore à l'état d'acide hydrochlorique pour former un hydrochlorate.

L'acide oxalique décomposant seul le chlorure d'or, doit avoir une constitution particulière, et ces expériences viennent tout-à-fait à l'appui de l'opinion de M. Dulong, qui le considère comme formé d'acide carbonique et d'hydrogène ; et cette opinion, à son tour, fait voir pourquoi il y a dégagement d'acide carbonique avec l'acide oxalique seul.

Action des acides végétaux sur l'oxide d'or.

Les acides oxalique, citrique, tartrique et acétique, les seuls sur lesquels j'ai expérimenté, réduisent tous l'oxide d'or ; avec l'oxide oxalique seul, il y a dégagement d'acide carbonique.

L'acide acétique réduit l'or moins facilement que les trois autres. Si l'acide acétique est très-concentré, tel qu'est le fort vinaigre radical, il se dissout d'abord un peu d'oxide d'or ; mais si l'acide contient de l'eau, il n'y a nulle dissolution. Dans le premier cas, la quantité d'or dissoute n'est encore qu'infiniment petite par rapport à la masse de l'acide. L'acide acétique anhydre a donc d'abord sur l'oxide d'or une action analogue à celle des acides sulfurique et nitrique concentrés. Au bout de quelque temps, la petite quantité d'or dissoute se précipite à l'état métallique.

Nous n'avons pas fait d'expériences avec le chlorure et l'oxide d'or et les autres acides végétaux. Il est cependant plus que probable que ces acides agissent à la manière des acides citrique, tartrique et acétique. Que devons-nous penser maintenant des citrates, tartrates, camphorates, benzoates d'or, décrits par plusieurs chimistes, et particulièrement par Trommsdorff?

Conclusions.

Il suit des faits principaux contenus dans ce Mémoire:

1°. Que l'or doit être considéré comme un métal électro-négatif, c'est-à-dire, comme donnant lieu à des oxides qui ont plus de tendance à faire fonctions d'acides que fonctions de bases;

2°. Que les oxides d'or ne peuvent former avec les acides de véritables combinaisons salines;

3°. Que le peroxide d'or peut s'unir aux alcalis et à d'autres oxides métalliques, en formant des combinaisons qui jouissent de propriétés particulières;

4°. Que l'or, dans sa dissolution dans l'eau régale, est à l'état de perchlorure;

5°. Que les prétendus sels triples d'or ne sont que des mélanges dans lesquels l'or est encore à l'état de perchlorure;

6°. Que l'or s'unit à l'iode, et forme un composé dont les proportions sont constantes et faciles à déterminer avec exactitude;

7°. Que d'après les proportions de l'iodure d'or, on peut donner exactement celles des oxides d'or, des chlorures, etc., lesquelles sont consignées plus haut;

8°. Que les acides et les sels végétaux ont sur le chlorure et l'oxide d'or, des actions différentes parmi lesquelles il faut distinguer celle de l'acide oxalique et des oxalates, parce que cette action particulière vient à l'appui de l'opinion de M. Dulong sur la composition de l'acide oxalique.

Expériences *sur les alliages de l'acier, faites dans la vue de le perfectionner.*

Par MM. J. Stodart, et Faraday, Préparateur de chimie à l'Institution royale.

En proposant une série d'expériences sur les alliages de fer et d'acier avec divers métaux, on eut un double objet en vue; on voulut s'assurer, 1° si on pouvait former artificiellement un alliage quelconque qui, pour faire des instrumens tranchans, fût meilleur que l'acier le plus pur; et 2° si des alliages de ce genre seraient, dans des circonstances semblables, moins susceptibles d'oxidation. On eut aussi en vue de nouvelles combinaisons métalliques pour des miroirs de réflexion; mais ce ne fut qu'un objet secondaire de recherche.

Ce ne fut point sans prévoir de grandes difficultés que l'on commença une semblable série d'expériences; mais les facilités que nous avons trouvées dans le laboratoire de l'Institution royale, où elles furent faites, ont obvié à la plupart d'entre elles. C'était un sujet neuf et qui ouvrait un champ à la fois vaste et intéressant. On peut

faire un nombre presque infini de combinaisons métalliques différentes, selon la nature et les proportions relatives des métaux capables de former des alliages. Jamais on n'a montré par l'expérience, si le fer pur, lorsqu'il est combiné avec une faible portion de carbone, constitue la meilleure matière pour faire des outils à tranchant, ou si on ne peut combiner avantageusement avec l'acier quelque nouvel ingrédient, tel que les terres ou leurs bases, ou toute autre substance métallique; et s'il en est ainsi, quelles sont les substances et quelle est la proportion requise pour former le meilleur alliage, afin d'atteindre à ce but si désiré et si important? C'est, il faut le confesser, un sujet difficile, exigeant à la fois du temps, de la patience et des recherches : ces considérations seront peut-être des motifs d'excuse pour les progrès vraiment limités qu'on a faits jusqu'à présent.

Si on se reporte à l'analyse du wootz ou acier de l'Inde (vol. VII, p. 288 du *Journal de l'Institution royale*), on observera qu'on ne parvint à y découvrir qu'une faible portion d'alumine et de silex, et ce sont ces terres ou leurs bases qui donnent au wootz son caractère particulier. Après avoir trouvé les parties constituantes de cet excellent acier, on se proposa de former une combinaison pareille, et dans ce dessein, on fit beaucoup d'expériences, dont la plupart furent infructueuses; voici celles qui réussirent : de l'acier pur et, dans quelques cas, de bon fer mêlé avec du charbon en poudre, furent soumis à une chaleur intense pendant long-temps. De cette manière, ces substances formèrent des carbures qui possédaient une couleur métallique d'un gris très-foncé, ayant quelque ressemblance avec la mine noire de tellu-

rium, et présentant une apparence très-cristalline. Si on brisait ces masses, les facettes des petits boutons, qui ne pesaient pas plus de 500 grains, avaient souvent au-delà du huitième d'un pouce de large. Les résultats de plusieurs expériences sur sa composition, résultats qui parurent très-uniformes, donnèrent 94,36 de fer et 5,64 de carbone. Cette substance, broyée et réduite en poudre dans un mortier, et mêlée avec de l'alumine pure, fut soumise à une chaleur intense, pendant un temps considérable, dans un creuset clos. Ayant retiré ce creuset et l'ayant ouvert, on eut un alliage d'une couleur blanche, d'une texture à grains serrés, et très-fragile; cet alliage, analysé, donna 6,4 pour cent d'alumine, et une portion de carbone qu'on ne put estimer exactement. On fit fondre ensemble 700 parties de bon acier avec 40 parties de l'alliage d'alumine; on en forma un très-bon bouton parfaitement malléable. Ce bouton, ayant été forgé, façonné en une petite barre et poli sur sa surface, fut soumis à l'action de l'acide sulfurique affaibli, et devint agréablement damassé : ce qui désormais sera regardé comme un caractère appartenant spécialement au wootz. On fit une seconde expérience avec 500 grains du même acier et 67 de l'alliage d'alumine; la chose réussit bien; le nouvel alliage se forgea fort bien et donna le damas. Cet échantillon a tous les caractères appréciables du meilleur wootz ou acier de Bombay.

Nous nous sommes assurés, par des expériences directes, que le wootz, quoique fondu à plusieurs reprises, conserve la propriété particulière de présenter une surface damassée, après qu'on l'a forgé, poli et soumis

à l'action de l'acide sulfurique affaibli. Cette apparence est sans doute produite par l'action de l'acide sulfurique sur les cristaux ; car, après avoir altéré les cristaux sous les coups de marteau, on peut encore en tracer les formes à travers les courbes qu'on a produites, en forgeant et en corroyant. D'après cet aspect que présente constamment la surface du wootz, il est très-probable que c'est de cet acier que sont faits ces sabres si admirés de Damas ; et dans ce cas, on ne peut guère douter que sur le damas lui-même les figures qu'on y remarque ne soient tout simplement un phénomène de cristallisation. Relativement au wootz, cet effet ne dépend pas du mélange mécanique de deux métaux, comme le fer et l'acier, sur lesquels l'acide agirait inégalement : c'est en effet ce qui résulte de ce que le wootz ne perd point cette propriété par une nouvelle fusion. Il est bien vrai qu'on peut produire une surface damassée, en forgeant ensemble des fils de fer et d'acier ; mais si on fait fondre cet alliage, la surface damassée ne reparaît plus.

En supposant que la surface damassée est dépendante du développement d'une structure cristalline, la supériorité du wootz peut fort bien être considérée comme due à ce qu'en se solidifiant, il jouit de la faculté de cristalliser d'une manière plus marquée et avec des formes plus décidées que l'acier commun. Ceci ne peut s'expliquer que par quelque différence dans la composition des deux corps ; et comme il a été constaté qu'il n'existe des terres qu'en petites quantités dans le wootz, il est raisonnable d'en conclure que les bases de ces terres étant combinées avec le fer et le carbone, rendent la masse plus cristallisable, et que la structure mise à

découvert par le marteau, et confuse sans être détruite, est effectivement la cause de la teinte damassée. Il est très-probable que le wootz est de l'acier accidentellement combiné avec le métal des terres : l'irrégularité observée dans des échantillons différens et jusque dans le même échantillon, est d'accord avec cette opinion. Les terres peuvent être dans la mine, ou bien elles peuvent venir du creuset où se fait la fusion.

En faisant l'alliage d'alumine pour imiter le wootz, nous avons eu occasion d'observer la formation artificielle de la plombagine. Du carbure de fer, cité précédemment, ayant été pulvérisé et mêlé avec du charbon tout frais, puis fondu, s'est trouvé parfaitement converti en plombagine. Ceci n'avait point eu lieu dans toute la masse : le métal s'était fondu promptement et avait coulé au fond ; mais ayant continué à rester dans le fourneau pendant un temps considérable, la surface du bouton avait reçu une nouvelle portion de charbon et était devenue de la plombagine. C'était une substance molle, facile à couper, brillante, salissant le papier et ayant tous les autres caractères de la plombagine, dont en effet il n'était pas possible de la distinguer. La partie intérieure de ces boutons de plombagine était un carbure cristallin : une portion de ce carbure qui avait été pulvérisée et fondue plusieurs fois avec du charbon, refusa à la fin de se fondre. Du charbon non combiné ayant été consumé dessus à une chaleur peu élevée, on trouva que tout l'acier avait été converti en plombagine. Ayant essayé de faire fondre cette poudre, nous ne pûmes y parvenir.

On va voir par l'expérience suivante que nous avions formé du wootz artificiel, à une époque où ce n'était

certainement pas l'objet de nos recherches. Dans un essai pour réduire le titanium et le combiner avec l'acier, on chauffa une portion de menachanite avec du charbon, et on obtint un bouton fondu. Une partie de ce bouton fut ensuite fondue avec de bon acier, dans les proportions de 96 d'acier et de 4 du bouton de menachanite. On forma un alliage qui se laissait travailler au marteau, et le petit barreau obtenu différait certainement de l'acier et lui était supérieur. Ceci fut attribué à la présence du titanium, mais on ne put y en trouver, et dans le fait on n'en découvrit même point dans le bouton de menachanite. Le composé était du fer et du carbone en combinaison avec les terres ou avec leurs bases, ou, en d'autres termes, d'excellent wootz. Une belle nuance damassée fut produite sur cet échantillon par l'action de l'acide sulfurique. Depuis cet essai, on en a fait plusieurs autres pour réduire l'oxide de titanium ; on l'a chauffé fortement avec du charbon, avec de l'huile, etc. ; mais jusqu'ici toutes ces tentatives ont échoué : l'oxide a été changé en une poudre noire, mais il ne s'est pas fondu. Lorsqu'après avoir mêlé de l'oxide avec de la limaille d'acier et ajouté un peu de charbon au mélange, on l'a soumis à une chaleur intense, l'acier s'est fondu, et il a coulé en un beau globule qui était couvert d'un verre transparent, coloré en noir, adhérent aux côtés du creuset. L'acier ne contenait point de titanium ; le verre était de l'oxide de titanium, avec un peu d'oxide de fer. Ces expériences nous ont conduit à douter si le titanium a jamais été réduit à l'état métallique. D'après les effets de la chaleur sur les creusets, qui devenaient quelquefois mous et presque liquides en quinze minutes, nous n'avions dans le fait aucune

raison de supposer le degré de chaleur inférieur à tout autre degré obtenu avant nous dans un fourneau. Celui qui nous servait dans ces dernières expériences était un fourneau à vent alimenté par un fort courant d'air qui soufflait sans interruption ; le combustible était de bon coke de Staffordshire, avec un peu de charbon : on employait à la fois des creusets de Hesse et de Cornouailles, ajustés avec soin l'un dans l'autre ; on en avait même réuni trois ensemble ; mais ils ne pouvaient résister à l'intense chaleur.

Le fer météorique, quand on en a fait l'analyse, s'est toujours trouvé contenir du nickel. Les proportions varient dans les échantillons qui ont été examinés chimiquement. Le fer des régions arctiques renferme seulement 3 pour cent de nickel (*voyez* page 369, vol. VI du *Journal de l'Institution royale*) ; tandis que celui de Sibérie a donné près de 10 pour cent. Nous sommes redevables de ce dernier résultat à J. G. Children, esq., et avec son agrément, nous allons insérer ici les détails de son procédé, qui est remarquable par l'exactitude dont il est susceptible.

37 grains de fer météorique de Sibérie ont donné 48,27 grains de peroxide de fer et 4,52 d'oxide de nickel. Supposant que le nombre équivalent pour le nickel est 28, ces quantités sont égales à :

33,69 de fer ;
3,56 de nickel.

Supposant que les quantités sont correctement,

33,5 de fer,
3,5 de nickel,

Les proportions pour cent seront :

90,54 de fer,
9,46 de nickel.

100,00.

Une seconde expérience sur 47 grains a donné 61 gr. de peroxide de fer = 42,57 de fer. La dissolution ammoniacale de nickel fut perdue par accident ; calculant, d'après le fer, les quantités pour cent sont :

90,57 de fer,
9,42 de nickel.

99,99.

Une troisième expérience avec 56 grains donna 73,06 grains de peroxide de fer = 50,99 de fer et 5,4 d'oxide de nickel = 4,54 de nickel, ou pour cent :

91,00 de fer,
8,01 de nickel,
0,99 perte.

100,00.

La moyenne des trois donne 8,96 de nickel pour cent.

Le fer météorique fut dissous dans l'eau régale, et le fer précipité par l'ammoniaque pure, ensuite lavé et chauffé jusqu'au rouge.

Dans la première expérience, la dissolution ammoniacale fut évaporée jusqu'à siccité, l'ammoniaque chassée par la chaleur, et l'oxide de nickel redissous dans l'acide nitrique et précipité par la potasse pure, après

avoir soumis le mélange à l'ébullition pendant quelques secondes.

Dans la troisième expérience, le nickel fut précipité d'un seul coup de la dissolution ammoniacale par la potasse pure. La première méthode vaut mieux; car une petite portion d'oxide de nickel échappa à la précipitation dans la dernière expérience : c'est à cela qu'il faut probablement attribuer la perte dans ce cas.

Tous les précipités furent chauffés jusqu'au rouge. *J.G.C.*

Nous avons essayé avec un succès complet d'imiter les fers météoriques. A quelques échantillons de bon fer (clous de fer à cheval), on ajouta 3 pour cent de nickel pur; on mit le mélange dans un creuset et on le soumit à une haute température, dans le fourneau à vent, pendant quelques heures. Les métaux furent fondus, et en examinant le bouton on trouva le nickel combiné avec le fer. L'alliage fut porté à la forge, et il parut être, sous le marteau, tout-à-fait aussi malléable et aussi facile à travailler que le fer pur. La couleur était assez blanche quand on le polissait. On exposa à une atmosphère humide cet échantillon avec une petite barre de fer météorique : ils sont un peu rouillés l'un et l'autre. On oublia d'exposer en même temps un morceau de fer pur avec ces corps; il est probable que, dans cette circonstance, le fer pur aurait encore été plus attaqué.

On eut le même succès, en faisant l'alliage pour imiter le fer météorique de Sibérie, conformément à l'analyse de M. Children. Nous fîmes fondre de bon fer avec 10 pour cent de nickel. On trouva les métaux parfaitement combinés; mais l'alliage était moins malléable et disposé à se casser sous le marteau. Il avait une teinte jaune après

avoir été poli. Un morceau de cet alliage a été exposé à l'air humide pendant un temps considérable, avec un petit morceau de fer pur ; ils sont l'un et l'autre un peu attaqués par la rouille, non pas cependant au même degré, l'alliage n'étant attaqué que faiblement, comparativement à l'action exercée sur le fer pur. Il paraît, d'après cela, que le nickel, lorsqu'il est combiné avec le fer, a quelque influence pour empêcher l'oxidation, sans en avoir toutefois autant qu'on lui en a attribué. C'est un fait curieux, que la même quantité de nickel alliée avec l'acier, au lieu d'en prévenir l'oxidation, semblait l'accélérer très-rapidement.

Dans le cours de ces expériences, on a formé des alliages de platine et de rhodium avec le fer ; mais ces composés ne paraissent pas posséder de propriétés bien intéressantes. Nous n'avons point fait d'essais avec l'or. Les alliages des autres métaux avec le fer, à en juger par nos tentatives, ne promettent pas beaucoup d'utilité. Les résultats sont très-différens si on fait usage d'acier. Cependant ce n'est qu'à l'égard d'un petit nombre des composés de ce genre que nous pouvons aujourd'hui présenter nos vues.

Le platine, le rhodium, l'or, l'argent, le nickel et l'étain, ainsi que quelques-uns des autres métaux, ont été alliés, en différentes proportions, avec de l'acier anglais et de l'acier indien.

Tous les métaux qu'on vient de nommer paraissent avoir avec l'acier une affinité assez forte pour que la combinaison ait lieu ; les alliages de platine, de rhodium, d'or et de nickel peuvent s'obtenir lorsque la chaleur est suffisamment élevée. Ceci est tellement remarquable

avec le platine, que quand il est en contact avec l'acier, il entre en fusion à une chaleur à laquelle l'acier lui-même n'éprouve aucune altération.

A l'égard de l'alliage d'argent, il est accompagné de circonstances vraiment curieuses. Si l'acier et l'argent sont tenus en fusion ensemble pendant long-temps, on obtient un alliage qui paraît être très-parfait tant que les métaux sont à l'état fluide; mais à mesure qu'ils se refroidissent et qu'ils se solidifient, des globules d'argent pur se détachent de la masse et se montrent sur la surface du bouton. Si on forge un barreau avec un alliage de ce genre, et qu'on soumette ensuite ce barreau à l'action de l'acide sulfurique, l'argent apparaît, non combiné avec l'acier, mais en filamens dispersés à travers la masse; en sorte que toute cette masse a l'apparence d'un faisceau de fibres d'argent et d'acier, comme si on les avait réunies ensemble. L'aspect de ces fibres d'argent est vraiment beau; elles ont quelquefois un huitième de pouce de long, et suggèrent l'idée de les employer pour donner de la tenacité à l'acier, toutes les fois qu'on n'aura pas besoin d'un tranchant très-parfait.

D'autres fois, l'argent et l'acier ayant été très-long-temps dans un état de parfaite fusion, les parois et souvent le couvercle du creuset se couvrent d'une rosée fine et fort belle de petits globules d'argent : cet effet peut être produit à volonté. D'abord, nous ne fûmes point heureux à découvrir l'argent, par les réactifs chimiques, dans ces boutons; et trouvant l'acier uniformément amélioré, nous étions disposés à attribuer sa supériorité à un effet de l'argent ou à une quantité trop petite de ce métal pour être sensible aux réactifs. Cependant, par des expé-

riences subséquentes, nous fûmes capables de découvrir l'argent, même à moins d'un sur cinq cents.

En faisant les alliages d'argent, la proportion essayée la première fut une partie d'argent et 160 parties d'acier: les boutons résultans furent tous de l'acier et de l'argent en fibres, l'argent s'étant, comme on l'a dit ci-dessus, détaché en globules, pendant que l'alliage se solidifiait, et adhérant à la surface du bouton provenant de la fusion; quelques-uns de ces globules, étant forgés, abandonnèrent plus de globules d'argent. En cet état de mélange mécanique, les petits barreaux, exposés à une atmosphère humide, manifestaient évidemment l'action voltaïque, et c'est à cela que nous sommes disposés à attribuer la destruction rapide du métal par l'oxidation, une pareille destruction n'ayant point lieu lorsque les deux métaux sont combinés chimiquement. Ces résultats indiquaient la nécessité de diminuer la quantité d'argent, et on fit le second essai avec une partie d'argent et 200 parties d'acier; ici encore on eut des fibres en abondance. Avec 1 p. d'argent et 300 d'acier, les fibres diminuèrent; mais il y en eut encore : on en découvrit même en employant la proportion de 1 à 400. Il reste à décrire l'expérience qui eut un plein succès. En faisant fondre d'une manière convenable 1 d'argent et 500 d'acier, on produisit un bouton vraiment parfait et qui n'offrait pas la moindre apparence d'argent à la surface : ce bouton ayant été forgé et soumis à l'action d'un acide, on n'y vit point de fibres, malgré l'examen qu'on en fit avec un verre dont le pouvoir grossissant était très-considérable. L'échantillon se forgea parfaitement bien, quoique très-dur; il avait, sous tous les rapports, l'aspect le

plus favorable. Par un essai délicat, chaque partie du barreau donna de l'argent. Cet alliage est décidément supérieur au meilleur acier, et sa supériorité est due sans contredit à la faible portion d'argent combiné. On l'a formé à plusieurs reprises, et toujours avec un égal succès. On a fait avec ce même alliage divers instrumens tranchans, qui se sont trouvés de la meilleure qualité. Cet alliage n'est peut-être inférieur qu'à celui d'acier avec le rhodium, et on peut se le procurer à peu de frais : la valeur de l'argent, qui s'y trouve en si petite proportion, ne vaut pas la peine qu'on en parle ; on en fera probablement des applications à beaucoup d'objets importans dans les arts.

On fit un essai pour se procurer l'alliage de l'acier avec l'argent par cémentation : un petit morceau d'acier enveloppé d'une feuille d'argent (dans la proportion d'un à 160) fut mis dans un creuset et recouvert de verre vert pilé ; on l'exposa à une chaleur suffisante pour opérer la fusion de l'argent ; il resta soumis pendant trois heures à une chaleur blanche. A l'examen, on trouva l'argent fondu et adhérent à l'acier, sans être combiné. L'acier avait souffert pour avoir été tenu si long-temps à une haute température. Quoiqu'on n'ait point réussi, dans cette expérience, à effectuer l'alliage de l'acier avec l'argent, il y a cependant lieu de croire qu'avec quelques autres métaux, on peut obtenir des alliages par ce procédé : la circonstance suivante favorise cette supposition. On fit un faisceau de fils de platine et d'acier, qui avaient le même diamètre à-peu-près, et un ouvrier habile, en les forgeant, parvint à les unir parfaitement. Cela fut effectué avec la même facilité qu'on aurait pu le faire avec l'acier et le fer. La masse ayant été

forgée, la surface polie et l'acier légèrement attaqué par un acide, on vit paraître une surface toute nouvelle et vraiment jolie, l'acier et le platine formant des nuages noirs et blancs : si cela peut être effectué avec des fils très-fins, on obtiendra une surface damassée d'une beauté rare. Cette expérience, faite pour démontrer la propriété qu'a le platine de se marier à l'acier, n'est indiquée ici qu'en conséquence de ce qu'on a observé que quelques-uns des nuages les plus étendus de l'acier avaient grandement l'apparence d'être alliés avec une portion de platine. Un examen de la surface avec plus d'attention, au moyen d'un verre qui grossissait beaucoup, ne fit que confirmer davantage ce fait curieux. On se propose de faire des expériences plus directes sur cet alliage apparent par cémentation.

Les alliages d'acier et de platine, lorsque ces métaux se trouvent tous les deux à l'état de fusion, sont très-parfaits, dans toutes les proportions dont on a fait l'essai. Avec parties égales en poids, on forme un alliage qui prend un superbe poli et ne se ternit point; la couleur est la plus belle qu'on puisse imaginer pour un miroir. La pesanteur spécifique de ce beau composé est de 9,862.

Avec 90 de platine et 20 d'acier, on eut aussi un alliage parfait qui n'a point de disposition à se ternir, et dont la pesanteur spécifique est de 15,88. Ces boutons sont l'un et l'autre malléables; on n'en a encore fait d'application à aucun objet particulier.

On forma un excellent alliage avec 10 de platine et 80 d'acier. Il fut usé et poli avec un très-grand soin, afin de l'essayer comme miroir; une belle teinte damassée cependant empêchera qu'on s'en serve pour cet usage.

Les proportions de platine qui paraissent améliorer l'acier pour des instrumens tranchans sont de 1 à 3 pour cent. L'expérience ne nous a pas encore mis en état de fixer l'exacte proportion qui forme le meilleur alliage possible de ces métaux. On approchera probablement très-près du but avec 1,5 pour cent. Dans le temps que l'on combinait 10 de platine avec 80 d'acier, et qu'on avait un miroir en vue, on essaya les mêmes proportions avec le nickel et l'acier : cet alliage avait aussi la nuance de damas, et par conséquent n'était pas propre non plus à la construction des miroirs. Il est curieux d'observer la différence de ces deux alliages, par rapport à leur affinité pour l'oxigène. La surface de l'alliage de platine et d'acier, après un laps de temps de plusieurs mois, ne présentait aucune tache, tandis que celle de l'alliage de nickel et d'acier était couverte de rouille, quoique durant tout cet intervalle ils fussent restés dans les mêmes circonstances. On donne ce fait comme un exemple, montrant que le nickel allié avec l'acier est beaucoup plus sujet à l'oxidation que quand il est combiné avec le fer.

Les alliages d'acier avec le rhodium sont aussi très-importans. La rareté de ce métal doit cependant s'opposer à ce que son usage ait une grande extension. C'est le Dr Wollaston qui non-seulement nous a suggéré l'idée de faire l'essai du rhodium, mais aussi qui nous a pourvus libéralement de ce métal ; nous lui devons aussi des instructions précieuses relativement au combustible, aux creusets, etc. Ce procédé généreux nous met en état de continuer nos expériences sur cet alliage ; nous les donnerons dans un prochain Cahier de ce journal, et nous y joindrons ce qui nous paraîtra digne d'être communiqué.

Acier et 1,5 pour cent de platine, battu...	7,732
Acier et 1,5 pour cent de rhodium, battu.	7,795
Acier et 3 pour cent de nickel, battu.....	7,750
Platine 50 et acier 50, non battu (1).....	9,862
Platine 90 et acier 20, non battu (2)....	15,88
Platine battu et roulé	21,25

RECHERCHES

Sur la Composition des prussiates ou des hydro-cyanates ferrugineux.

Par J. Berzelius (3).

La découverte du cyanogène et de la composition de l'acide hydro-cyanique, que nous devons au génie de M. Gay-Lussac, est certainement une des plus intéressantes qui aient été faites de nos jours, surtout parce que cet acide se trouve sur les confins des combinaisons d'une origine organique et de celles d'une origine purement inorganique. La comparaison du cyanogène avec les corps qui, par leur combinaison avec l'hydro-

(1) La pesanteur spécifique moyenne de cet alliage calculée, serait de 11,2723, d'après la pesanteur spécifique du platine et celle de l'acier, prises dans cette table.

(2) Le calcul donnerait 16,0766 pour la pesanteur spécifique moyenne de cet alliage.

(3) Traduit des *Mémoires de l'Académie des Sciences de Stockholm*, pour l'année 1819, page 242.

gène, peuvent devenir des acides, a simplifié la théorie de l'acide hydro-cyanique et des phénomènes produits par sa décomposition ; mais, malgré cela, les recherches qui ont succédé à celles de M. Gay-Lussac, et qui ont eu pour but de jeter plus de jour sur cette matière, n'ont point été faites avec assez de soin pour que la nature des combinaisons les plus importantes de l'acide hydro-cyanique, les sels appelés *hydro-cyanates ferrugineux*, en ait été parfaitement expliquée.

C'est à M. Porret que nous devons une foule d'observations importantes sur la nature de ces sels. Il a trouvé que les hydro-cyanates peuvent se combiner avec le soufre en formant un acide particulier dont l'existence, aussi-bien que quelques-unes de ses propriétés, étaient connues avant lui ; mais on était bien loin de soupçonner en quoi consiste la différence entre celui-ci et l'acide hydro-cyanique. M. Porret fut encore porté, par ses expériences, à la conclusion que le fer qui entre dans la composition des hydro-cyanates ferrugineux ne s'y trouve point à l'état d'oxide, mais qu'il est sous forme métallique, uni avec le carbone, l'hydrogène et l'azote, et qu'il est par conséquent un des élémens de l'acide où le fer joue un rôle analogue à celui du soufre dans le précédent, et que par conséquent notre idée, que les hydro-cyanates ferrugineux seraient des sels à deux bases dont l'oxidule de fer est toujours l'une, serait inexacte. Cette matière a été l'objet de plusieurs Mémoires publiés par M. Porret dans les *Annales* de Thomson : je vais en exposer les principaux résultats.

Il trouva d'abord que l'hydro-cyanate de potasse ferrugineux était composé de :

Acide hydro-cyanique ferrugineux (*ferruretted chyazic acid*)..... 47,66;
Potasse..... 39,34;
Eau..... 13,00.

Une analyse du même sel faite par M. Ittner avait donné :

Acide hydro-cyanique..... 11;
Hydro-cyanate de protoxide de fer... 38;
Potasse..... 39;
Eau..... 12.

M. Thomson, qui adopta l'idée de M. Porret sur la nature de l'acide hydro-cyanique ferrugineux, fit un examen de la composition de l'hydro-cyanate de potasse, et il en obtint les résultats suivans :

Acide { fer..... 13,0 / gaz..... 30,9 } 45,90;
Potasse..... 41,64;
Eau..... 13,00.

M. Thomson prétend que, pendant la décomposition de ce sel par un autre acide, une portion d'hydro-cyanate de fer se volatilise avec une telle rapidité que, quand il versa de l'acide nitrique sur l'hydro-cyanate en poudre, l'acide dans le flacon d'où il versait fut coloré en bleu par du prussiate de fer volatilisé. M. Thomson essaya d'analyser l'acide, en brûlant le sel à base de potasse avec de l'oxide de cuivre, dans un tuyau de même métal. 5 grains de sel cristallisé donnèrent 5,205 pouces cubes de gaz acide carbonique et 2,42 pouces cubes de gaz

azote avec 2,2 grains d'eau, dont 0,65 grains provenaient de l'eau de cristallisation du sel. Cette expérience avait donné $2\frac{1}{4}$ volume de gaz acide carbonique sur 1 volume de gaz azote, non compris l'acide carbonique retenu par l'alcali, dont il n'a tenu aucun compte, et, à ce qui paraît, sans aucune déduction de l'air atmosphérique contenu dans l'appareil au commencement de l'expérience. M. Thomson en conclut que l'acide de ces sels contient, outre le fer, les mêmes élémens dans les mêmes proportions que l'acide hydro-cyanique, parce qu'il suppose que le quart de volume de gaz acide carbonique qu'il avait eu de trop serait une erreur d'observation, et que la quantité d'eau, qui surpasse quatre fois la quantité admise par cette supposition, provenait d'un bouchon de liége par lequel l'ouverture du tube de cuivre était fermée, de sorte que son eau hygrométrique pouvait se mêler aux produits de l'analyse. Cependant, quand M. Thomson fit le calcul du résultat obtenu, et après en avoir déduit le carbone et l'hydrogène qui ne convenaient pas à la théorie, le poids du fer ne se trouvait point d'accord avec les proportions chimiques. Ceci, dit-il, est le premier exemple qui ne s'accorde pas avec la théorie chimique; j'invite par conséquent les chimistes d'en chercher l'explication, parce que rien ne contribue tant à l'avancement de la science que le développement de ce qui paraît contredire des opinions déjà admises; à quoi, ce me semble, il aurait fallu ajouter: à l'exception des cas où la contradiction est le résultat d'une expérience mal faite et inexacte, où la science fait un gain bien négatif.

Aussi M. Porret chercha bientôt à prouver que l'ana-

lyse de M. Thomson n'était pas exacte. Il analysa, cette fois, le sel de potasse avec une dissolution d'acide tartrique dans l'alcool, et détermina la quantité de la potasse d'après le produit de tartrate acide de potasse : voici le résultat de cette analyse :

Acide hydro-cyanique ferrugineux.	50,93 ;
Potasse.....	35,48 ;
Eau.....	13,00.

Il avait trouvé que l'acide prussique ferrugineux pouvait être isolé dans cette opération, et qu'après une évaporation spontanée, il donnait des cristaux cubiques. Dans une analyse de ce même sel par l'oxide de cuivre, il eut 4 volumes de gaz acide carbonique sur un volume de gaz azote, et il en conclut que l'acide est composé d'un atome d'azote, de 4 atomes de carbone, d'un atome d'hydrogène et d'un atome de fer. Il attribua le déficit d'acide carbonique, dans le résultat de M. Thomson, à ce qu'il avait peut-être employé trop peu d'oxide de cuivre.

Enfin, M. Porret publia un dernier Mémoire sur cette matière, où il corrigea encore une fois le résultat auparavant obtenu, comme il suit :

Acide hydro-cyanique ferrugineux	gaz	32,72	45,32 ;
	fer	12,60	
Potasse.....			41,68 ;
Eau.....			13,00.

Répétant l'expérience de brûler ce sel avec de l'oxide de cuivre, il obtint constamment 4 volumes de gaz acide carbonique sur un volume de gaz azote, d'où il tira la conclusion que l'acide est composé de 4 atomes de car-

bone, d'un atome d'azote et d'un atome d'hydrogène avec un demi-atome de fer. Cependant ce demi-atome de fer n'étant pas bien d'accord avec les vues atomiques, il crut ses expériences assez exactes et positives pour décider contre ce que nous avons conclu d'expériences moins compliquées et plus faciles, faites directement sur le fer et sur ses oxides, que le poids de l'atome du fer n'est que la moitié de ce que l'on avait admis auparavant, ou $\frac{1}{4}$ de celui que j'ai indiqué pour le fer dans mes tables, d'où il conclut que le protoxide de ce métal est composé de 2 atomes de radical sur un atome d'oxigène, et que le deutoxide contient 4 atomes de radical sur 3 atomes d'oxigène.

M. Vauquelin a aussi fait de nombreuses recherches sur les prussiates, et son traité là-dessus abonde en faits intéressans; mais il ne s'est point occupé à déterminer les proportions des élémens dont ces sels sont composés; ce qui fait l'objet principal du Mémoire présent. Il trouvait que le bleu de Prusse, contre ce que M. Gay-Lussac a tâché de rendre vraisemblable, est un prussiate et non pas un cyanure. M. Vauquelin crut en outre avoir trouvé que les radicaux qui peuvent décomposer l'eau à la température ordinaire de l'atmosphère, donnent des hydrocyanates, tandis que les autres ne donnent que des cyanures.

Le dernier travail sur cette matière qui soit parvenu à ma connaissance est une note de M. Robiquet sur la composition du bleu de Prusse. Il y confirme les résultats que M. Proust avait tirés de ses expériences sur les prussiates, faites il y a déjà long-temps, et entre autres celui que le prussiate blanc de fer contient de la potasse.

M. Robiquet montra que ce prussiate sans potasse peut être obtenu en forme de petits grains cristallins d'une couleur jaune, lorsque le bleu de Prusse est exposé long-temps au gaz hydrogène sulfuré. Il considère le bleu de Prusse comme une combinaison de cyanure de fer avec un prussiate de deutoxide de fer et avec de l'eau ; et il attribue la couleur bleue de cette substance à la présence de l'eau. Il assure que le prussiate de potasse ferrugineux brûlé moyennant l'oxide de cuivre, lui a toujours donné les gaz dans la même proportion entre eux que M. Gay-Lussac a trouvée dans le cyanogène, et il prétend que, dans cette expérience, la base ne retient point d'acide carbonique, comme M. Porret l'avait indiqué.

Des résultats si contradictoires et des conjectures si peu justifiées par l'expérience ne sont pas bien propres à nous donner une idée exacte de la composition de ces sels, et quoique le chemin ait été tracé par le travail de M. Gay-Lussac, il faut pourtant avouer que, nonobstant ce qui a été fait après lui, nous nous trouvons au même point où M. Gay-Lussac a laissé cette recherche.

M. Proust avait prouvé il y a long-temps que les prussiates ferrugineux contiennent du fer, et qu'ils doivent être regardés comme des sels à base double dans lesquels le protoxide de fer est toujours l'une des bases, tout comme dans les différentes sortes d'alun, l'alumine est toujours l'une des bases, et il fit voir que le bleu de Prusse doit être un hydro-cyanate où le deutoxide de fer représente l'autre base auprès du protoxide. L'idée de M. Porret, d'après laquelle le fer serait un élément de l'acide, m'a toujours paru analogue à celle de regarder la potasse dans la crême de tartre comme un élément de

l'acide dans le sel de Seignette ou dans le tartre émétique.

Je vais faire ici l'exposition des expériences que j'ai faites dans l'intention de me procurer des éclaircissemens sur ces objets, et des résultats que j'ai cru pouvoir en tirer.

I. *Recherches sur le rapport du fer à l'autre base dans les hydro-cyanates ferrugineux.*

A. *Sel à base de potasse.*

Ce sel a été purifié de la manière suivante : on prit des cristaux effleuris, et on les chauffa dans des vaisseaux fermés à l'accès de l'air jusqu'à ce que la masse entrât en fusion. Celle-ci fut ensuite dissoute dans de l'eau et deux fois cristallisée. La dissolution ne se laissa point troubler par l'hydro-cyanate de baryte, et le sel avait une couleur de citron jaune faible, mais pure. On le réduisit en poudre et on le laissa pendant deux jours exposé à l'air, sans qu'il perdit rien de son poids. Exposé ensuite à une température de $+60^{o}$ (centigr.), il tomba en efflorescence et perdit entre 12,9 et 12,4 centièmes de son poids : ces nombres sont les deux extrêmes de sept expériences. A une température au-dessus de celle de l'eau bouillante, il ne perdit plus rien.

Je mêlai 2 grammes de sel ainsi séché avec de l'acide sulfurique dans un creuset de platine ; la masse se chauffa, mais il n'en résulta aucune effervescence, et aucune odeur d'acide hydro-cyanique ne se fit sentir. Echauffé dans un bain de sable, il ne subit aucun changement, et ce n'était qu'après avoir été exposé à la flamme d'une lampe

à esprit-de-vin qu'il commençait à se décomposer. Il se dégageait alors une quantité de gaz qui sentait non-seulement l'acide sulfureux, mais aussi l'acide hydrocyanique. On fit continuer la chaleur jusqu'à ce que l'excès d'acide sulfurique fût chassé, et on versa de l'eau sur la masse refroidie. Le sulfate de fer se dissolvit très-lentement; il fallut y ajouter de l'eau chaude aiguisée avec un peu d'acide muriatique pour en obtenir une dissolution complète. La liqueur claire fut précipitée par de l'ammoniaque caustique ajoutée en excès. On prit l'oxide de fer sur un filtre où on le lava à grande eau. Le sel resté dans la dissolution et dans les eaux de lavage fut évaporé à sec et chauffé à rouge dans un creuset de platine. A cette occasion, on ne peut guère empêcher qu'une portion d'ammoniaque ne se volatilise au commencement, et que par conséquent il ne reste un sulfate acidule de potasse dont il est difficile de chasser entièrement l'excès d'acide. Pour enlever cet excès d'acide sulfurique, je me sers d'un morceau de carbonate d'ammoniaque que j'introduis sur une cuiller de platine dans le creuset, pendant que la masse est encore rouge de feu; j'y mets ensuite le couvercle qui empêche le gaz ammoniacal de s'échapper de sitôt. L'évaporation de l'acide sulfurique se fait presque à l'instant dans l'atmosphère alcaline, et le sel devient neutre. J'obtins de cette manière, dans trois expériences différentes, 1,885, 1,889 et 1,91 grammes de sulfate de potasse, équivalens à 51,09 centièmes du poids du prussiate ferrugineux anhydre. L'oxide de fer pesait, dans des expériences différentes, entre 0,40 et 0,43 grammes. L'assertion de M. Thomson, qu'une portion du fer se volatilise avec

l'acide hydro-cyanique, m'engagea à essayer une autre méthode d'en séparer ce métal. Je fis dissoudre le prussiate ferrugineux de potasse dans de l'eau, j'ajoutai à cette dissolution de l'hydrate de deutoxide de mercure, et je les fis digérer ensemble jusqu'à ce que tout le fer fût précipité sous forme d'oxide rouge. L'excès d'oxide de mercure ajouté fut ensuite séparé par une forte calcination. 2 grammes de prussiate en question donnèrent de cette manière 0,416 grammes d'oxide de fer. Le résultat moyen de ces expériences analytiques a donc été comme il suit :

Potasse.....	44,62	contient oxigène	7,58. 2;
Protoxide de fer.	16,64		3,79. 1;
Eau.....	12,70		11,30. 3.
Perte.....	26,04.		

Il en résulte que la potasse contient deux fois et l'eau trois fois autant d'oxigène que le fer, sous forme de protoxide. La perte est à-peu-près égale au poids de 4 atomes d'acide hydro-cyanique; mais la supposition que le sel doit contenir ce nombre d'atomes d'acide est moins vraisemblable, parce que, dans ce cas, il faudrait que la base la plus faible, le protoxide de fer, contînt, relativement à sa capacité ordinaire de saturation, deux fois autant d'acide que la base la plus forte, la potasse.

B. *Sel à base de baryte.*

Ce sel a été obtenu par la digestion du bleu de Prusse avec de l'hydrate de baryte et de l'eau. La partie non dissoute a été traitée avec de l'eau bouillante aussi long-

temps que celle-ci en a extrait quelque chose. Tous les liquides ont été rapprochés au point qu'il n'en restait qu'une très-petite portion. Le sel de baryte cristallisait irrégulièrement pendant l'évaporation, et il fallait le dissoudre de nouveau dans de l'eau bouillante, d'où il se séparait pendant le refroidissement, en forme de petits cristaux jaunâtres. Ce sel ne subit aucun changement dans la température ordinaire de l'atmosphère; mais à environ $+40^{\circ}$, il commence à effleurir. Les cristaux ne tombent pas en poudre, ils perdent seulement leur transparence et prennent un aspect laiteux.

2 grammes de ce sel ont perdu de cette manière, dans différentes expériences, de 0,330 jusqu'à 0,332 grammes d'eau. J'ai mis les 1,668 grammes qui restaient sur une petite capsule de porcelaine que j'ai chauffée à rouge par la flamme d'une lampe à esprit-de-vin et à double courant, et je l'ai laissée dans le feu jusqu'à ce que toutes les matières combustibles fussent brûlées; le résidu était un mélange de carbonate de baryte avec de l'oxide rouge de fer, qui pesait 1,595 gram. Dissous dans de l'acide muriatique, et ensuite précipité avec de l'acide sulfurique, il donna 1,5625 gr. de sulfate de baryte. Après la séparation de celui-ci, j'ai ajouté au liquide de l'ammoniaque en excès, qui a précipité 0,265 gr. d'oxide rouge de fer. D'après cette expérience, le sel de baryte contient :

Baryte.....	51,273	contient oxigène	5,38. 2;
Protoxide de fer.	11,865		2,70. 1;
Eau.....	16,560		14,72. $5\frac{1}{2}$.
Perte.....	20,302.		

On retrouve donc le même rapport, entre le protoxide de fer et la baryte, que dans le sel à base de potasse; d'un autre côté, le rapport de l'eau aux bases montre ici une exception très-remarquable à la règle ordinaire; exception que l'on pourrait fort bien regarder comme une inexactitude d'observation, si la perte que fait ce sel en effleurissant n'était pas si constante et si facile à déterminer avec exactitude. Mais lorsqu'on compare le rapport de la capacité de saturation des bases à la quantité de la substance perdue dans l'analyse, avec ceux que nous avons trouvés dans le sel à base de potasse, on trouve que, dans le sel à base de baryte, la perte excède celle dans le sel à base de potasse d'une quantité précisément égale à celle que l'eau a donnée en moins pour que son oxigène fût deux fois celui de la baryte et six fois celui du protoxide de fer. Nous verrons bientôt que cette eau se laisse retrouver quand on brûle ce sel avec de l'oxide de cuivre.

C. *Sel à base de chaux.*

Ce sel fut préparé presque de la même manière que le sel de baryte. Il est très-soluble dans l'eau, et il ne cristallise que lorsque sa dissolution a déjà acquis une consistance sirupeuse, et après un repos de quelques jours. Les cristaux sont ordinairement grands et doués d'une couleur jaune pâle.

100 parties de ce sel, exposées à la chaleur d'un bain de sable, perdent 39,61 centièmes de leur poids d'eau de cristallisation. Les cristaux, nonobstant cette grande quantité d'eau, ne tombent pas en poudre, et j'ai re-

marqué que, malgré que ce sel commence à effleurir aussi facilement que les précédens, il faut cependant une plus haute température pour le priver des dernières portions d'eau. Le sel anhydre, brûlé comme le précédent dans un vaisseau ouvert, donna 50,53 centièmes de son poids d'un mélange d'oxide de fer, de chaux caustique et de carbonate de chaux. Il fut dissous dans de l'acide muriatique, ensuite exactement neutralisé par de l'ammoniaque caustique et précipité par du succinate d'ammoniaque. Le succinate de fer, brûlé sur une capsule de porcelaine ouverte, laissa 15,25 parties d'oxide de fer. La dissolution d'où le fer était séparé, précipitée par de l'oxalate d'ammoniaque, donna de l'oxalate de chaux qui, décomposé au feu, laissa 39,21 parties de carbonate de chaux. Ce carbonate, humecté avec une dissolution de carbonate d'ammoniaque, et ensuite fortement desséché, n'avait rien gagné en poids. L'analyse a donc donné :

Chaux.....	22,45	contient oxigène	6,20.	2 ;
Protoxide de fer	13,69		3,12.	1 ;
Eau.....	39,61		35,21.	$11\frac{1}{2}$;
Perte.....	23,85.			

Nous retrouvons encore ici, de même que dans le sel à base de baryte, qu'une demi-proportion d'eau nous manque, c'est-à-dire que le sel retient un atome d'eau ; et en comparant la perte en substances détruites par le feu, avec la capacité de saturation des bases, on trouve encore ici un surplus qui correspond à la quantité d'eau qui a disparu.

D. *Sel à base d'oxide de plomb.*

On instilla du nitrate de plomb neutre dans une dissolution de prussiate de potasse ferrugineux, avec la précaution qu'une portion de ce dernier sel restât dans le liquide en excès, afin d'empêcher la précipitation du nitrate de plomb, qui se mêle avec tous les sels insolubles à base d'oxide de plomb lorsqu'il y a un excès de nitrate de plomb dans le liquide d'où ils se déposent. La liqueur resta parfaitement neutre. Le précipité était blanc; mais vu dans une certaine direction vers le jour, il parut tirant sur le jaune. Je n'ai pu déterminer avec la précision que j'aurais souhaitée la quantité d'eau que contient ce sel, parce que son point de dessèchement parfait se rapproche trop de celui où il commence à effleurir. Cependant les résultats que j'ai obtenus me portent à croire que dans ce sel, tout comme dans le sel à base de potasse, l'eau contient la même quantité d'oxigène que les deux bases ensemble.

100 parties de sel desséché sur un bain de sable bien chaud ont été brûlées dans une capsule de porcelaine ouverte; la masse a été dissoute dans de l'acide nitrique, ensuite neutralisée avec de l'ammoniaque et précipitée avec du sulfate d'ammoniaque. Le sulfate de plomb obtenu, lavé et calciné à feu rouge, pesait 96,5 parties.

Le liquide, filtré, fut précipité par de l'ammoniaque caustique, et donna 12,6 p. d'oxide de fer. Ainsi, l'analyse avait donné :

Oxide de plomb.	70,0	contient oxigène	5,09.	2;
Protoxide de fer	11,9		2,57.	1;
Perte	17,7.			

Il restait ainsi à déterminer, à l'aide de la combustion, si c'était là le vrai état de la chose.

Par conséquent, je brûlai, dans un tube de verre que j'avais entouré d'un autre fait en tôle de fer-blanc, un mélange de 0,5 grammes de prussiate ferrugineux de potasse anhydre et 15 grammes d'oxide de cuivre pur, préparé par la décomposition du nitrate de cuivre au feu. On fit le mélange dans un mortier de porphyre qui était échauffé au-delà de + 100 degrés. Les gaz furent recueillis sur du mercure, et conduits par des tubes d'un très-petit diamètre, pour empêcher une trop grande addition d'air atmosphérique. Une portion du gaz obtenu vers la fin de l'opération fut recueillie séparément dans un tube de verre gradué.

Aucune humidité ne s'était condensée dans les tubes, dans lesquels, pour plus de sûreté, on avait préalablement mis une portion de muriate de chaux fondu et pesé avec les tuyaux. Ceux-ci n'avaient gagné que 0,001 en poids. Le gaz recueilli dans le tube gradué fut examiné de la manière suivante : un morceau de potasse caustique attaché à un fil de fer bien mince et flexible fut introduit dans le tube. 100 parties de gaz laissèrent 39,9 parties non absorbées, de sorte que le volume du gaz acide carbonique était à celui du gaz azote comme 3 : 2. Ce résultat était bien différent de celui que j'avais attendu. Comme il n'y avait pas d'eau formée dans l'opération, il s'ensuivit que le sel ne contenait pas d'acide hydro cyanique. M. Porret avait trouvé que le volume du gaz acide carbonique surpassait quatre fois celui du gaz azote, et M. Thomson les avait obtenus dans le rapport de $2\frac{1}{4}$ à 1.

La totalité de l'acide carbonique obtenu dans cette expérience, absorbée par une quantité déterminée de potasse, pesait 0,268 gr.

Je répétai l'expérience encore une fois, mais en employant une chaleur plus forte, jusqu'à faire ramollir le tube de verre; j'obtins le même résultat, mais le rapport de volume du gaz acide carbonique à celui du gaz azote surpassait alors le rapport d'une fois et demie: cependant la différence était si peu considérable, qu'elle pouvait fort bien n'être qu'une erreur d'observation.

L'eau digérée sur le résidu, dans le tuyau qui avait été exposé au feu, se chargea de potasse, et cette dissolution donna un précipité abondant avec l'eau de chaux: ce précipité était du carbonate de chaux.

Pour vérifier si ces différences entre mon résultat et celui de M. Porret pouvaient être causées par une mauvaise disposition de mes appareils, je répétai de la même manière l'analyse du cyanure de mercure; j'en obtins précisément 2 volumes de gaz acide carbonique sur un volume de gaz azote; et en décomposant une autre portion de cyanure de mercure avec du gaz hydrogène sulfuré dans une boule de verre tarée, j'obtins du sulfure de mercure, dont le poids était à celui du cyanure de mercure, précisément comme le poids d'un atome de cinabre est au poids d'un atome de cyanure de mercure.

Cet accord avec les résultats obtenus par M. Gay-Lussac me prouva que la différence entre mes résultats et ceux de MM. Porret et Thomson ne pouvait pas être attribuée à ce que ma méthode analytique était moins convenable.

Je répétai ensuite cette même analyse avec le prussiate ferrugineux de baryte, préalablement séché à une forte chaleur. Celui-ci fournit dans le tuyau qui conduisait les gaz sous la cloche des traces d'humidité, quoique la quantité n'en fût pas bien grande. Un gramme de sel employé donna 0,017 grammes d'eau, ce qui est précisément la quantité qui, dans l'analyse mentionnée plus haut, manquait, pour que l'oxigène de l'eau de cristallisation, au lieu de cinq fois et demie, fût six fois celui du protoxide de fer présupposé dans le sel. Le volume du gaz acide carbonique obtenu dans cette expérience était de nouveau à celui du gaz azote comme 3:2, et la totalité de l'acide carbonique obtenu pesait 0,405 grammes.

On ne peut tirer aucune conclusion de ces expériences avant que la quantité d'acide carbonique retenue par la base ne soit déterminée. Si l'azote et le carbone dans ces sels se trouvent dans la même proportion que dans le cyanogène, il manque $\frac{1}{3}$ de la quantité obtenue ou $\frac{1}{4}$ de la totalité de l'acide carbonique. Mais si, au contraire, la base restant dans la masse calcinée est en état de carbonate ordinaire, le volume de l'acide carbonique est à celui de l'azote comme $2\frac{1}{2}:1$.

Afin d'examiner si, dans ces expériences, la base restante se trouve à l'état de carbonate ordinaire, je chauffai un mélange de carbonate de potasse avec six fois son poids d'oxide de cuivre dans un appareil convenable pour recueillir le gaz qui pouvait se dégager. Aussitôt que le mélange eut atteint une chaleur rouge, un dégagement de gaz acide carbonique commença, et continua ensuite plus d'une demi-heure. Ainsi, l'oxide de cuivre a la propriété de chasser l'acide carbonique à une

température élevée, et de former une espèce de sel double, dans lequel il est à présumer que $\frac{1}{4}$ de la potasse est combiné avec de l'oxide de cuivre, et $\frac{3}{4}$ avec de l'acide carbonique. Ce sel est décomposé par la voie humide, l'eau s'empare d'un mélange de potasse caustique et de carbonate de potasse, et l'oxide de cuivre reste non dissous. Ce dernier phénomène a lieu aussi lorsqu'on fait dissoudre l'oxide de cuivre dans de l'hydrate de potasse par la fusion ignée. Cette combinaison, qui à l'état liquide est transparente et d'une couleur verte, est décomposée par l'eau qui s'empare de la potasse, sans dissoudre en même temps l'oxide de cuivre avec lequel elle était combinée.

Il fallut donc, pour obtenir un résultat plus décisif, analyser un prussiate ferrugineux dont la base ne pût pas retenir l'acide carbonique, et je choisis à cet effet celui de plomb.

0,8 grammes de prussiate de plomb séché furent mêlés avec 20 grammes d'oxide de cuivre obtenu en calcinant du cuivre dans un fourneau de coupelle. Le gaz fut recueilli sur du mercure dans une cloche graduée où il pouvait être mesuré avec précision. Pour pouvoir déterminer avec la plus grande exactitude possible le volume relatif du gaz acide carbonique et celui du gaz azote, une portion du gaz recueilli vers la fin de l'opération, dans laquelle par conséquent il ne devait pas se trouver d'air atmosphérique, fut examinée séparément. 136 mesures, mises en contact avec de la potasse caustique, furent réduites à 45,4 mesures; mais $45{,}4 \times 3 = 136{,}2$; ce qui fait aussi exactement qu'on peut l'attendre dans ces expériences, 2 volumes de gaz acide carbonique sur

un volume de gaz azote. Ainsi, cette expérience prouve que le carbone et l'azote, dans ces sels, sont dans les mêmes proportions entre eux que dans le cyanogène.

Il ne s'était point formé d'eau, exception faite d'une trace d'humidité qui avait augmenté le poids du muriate de chaux de 0,002 grammes. Toute la quantité de gaz obtenue dans cette expérience, mesurée à $0^m,76$ et à 0^o température, faisait précisément 150 centimètres cubes, dont 100 étaient du gaz acide carbonique et 50 du gaz azote. Il faut encore y ajouter une petite quantité de gaz qui, à la fin de l'opération, restait dans les tubes. On la poussa, par de l'air atmosphérique bien sec, dans un tube de verre à part, où le gaz acide carbonique fut absorbé par de la potasse caustique; il faisait 2 centimètres cubes: ainsi, toute la quantité d'acide carbonique monte à 102 centimètres cubes, et le volume du gaz azote doit par conséquent être 51.

Les quantités de gaz obtenues donnent en poids 0,20137 grammes d'acide carbonique et 0,0642 gram. de gaz azote; ce qui fait sur 100 parties de sel, 11,05 p. de carbone et 12,84 p. d'azote, ou conjointement 23,89 p. de cyanogène. Cette quantité, ajoutée aux autres élémens du sel employé, surpasse son poids de 6,19, si les bases y sont à l'état oxidé; mais si le prussiate est composé d'un atome de cyanure de fer avec 2 atomes de cyanure de plomb, la somme du cyanogène, du fer et du plomb trouvés fait presque précisément son poids.

Cette idée me parut bien facile à vérifier, moyennant l'action du gaz hydrogène sulfuré sur le prussiate ferrugineux de plomb. 1,22 grammes de ce sel anhydre furent introduits dans une petite boule de verre soufflée à

la lampe et tarée. Je fis passer par cette boule un courant de gaz hydrogène sulfuré qui, en sortant, traversa un tuyau rempli de muriate de chaux. Le prussiate de plomb ne fut point changé par le gaz à froid; mais lorsque je chauffai la boule à la flamme d'une lampe à esprit-de-vin, il fut noirci sur-le-champ, et de l'acide hydrocyanique s'évapora avec le gaz hydrogène sulfuré qui passait en excès. Aucune trace d'humidité ne se fit apercevoir pendant l'opération, pas même lorsque la masse dans la boule fut chauffée à rouge dans le gaz hydrogène sulfuré. Le reste de la masse pesait 1,105 grammes, et il était composé de sulfure de fer au *minimum* et de sulfure de plomb. Le tube qui contenait le muriate de chaux n'avait gagné en poids que 0,005 grammes, dont une partie était du soufre. Ainsi, cette expérience prouve que, dans le prussiate ferrugineux de plomb anhydre, les métaux ne sont pas à l'état d'oxide; car même, si on présuppose que, dans cette expérience, on n'a point obtenu d'eau parce que le soufre se serait emparé de l'oxigène des oxides métalliques, l'acide sulfurique ainsi produit aurait dû se fixer dans une partie des oxides, et occasioner une augmentation de poids bien plus considérable que celle obtenue par l'expérience : d'un autre côté, si le sel est effectivement composé d'un atome de cyanure de fer avec 2 atomes de cyanure de plomb, sa décomposition par l'hydrogène sulfuré doit produire pour 1,22 grammes de cyanure métallique, 1,101 grammes de sulfure; ce qui s'accorde aussi bien que possible avec le résultat de l'expérience.

La composition sera alors :

D'après l'expérience.		D'après le calcul (1).	
Fer,	8,81 ;	8,68	678,43 ;
Plomb,	65,91 ;	66,18	5178,00 ;
Carbone,	11,05 ;	11,55	1967,52.
Azote,	12,84.	13,59	
	98,61.	100,00	7823,95.

Ainsi, le résultat de l'analyse s'approche d'aussi près de celui du calcul, qu'on peut l'attendre dans une recherche analytique aussi compliquée.

En appliquant ceci au sel à base de potasse, nous avons le résultat suivant : le rapport du volume du gaz acide carbonique trouvé par l'expérience était à celui du gaz azote comme 3 : 2, et le poids du gaz acide carbonique obtenu de 0,5 grammes de sel fut 0,268 : si on ajoute $\frac{1}{3}$, qui est la quantité requise pour faire le volume de l'acide carbonique deux fois plus grand que celui de l'azote, le poids de l'acide carbonique sera 0,3573, ou sur 100 parties de sel 71,46 : or, si le prussiate ferrugineux de potasse est composé d'un atome de cyanure de fer et de 2 atomes de cyanure de potassium, 100 parties donneront 72,3 parties de gaz acide carbonique, et cette différence se trouve dans les limites des inexactitudes de nos observations.

La composition de ce prussiate cristallisé, calculée d'après la formule : $Fe\,Cy^2$ (2) $+ 2K\,Cy^2 + 6Aq$, donne, sur 100 parties :

---

(1) D'après la formule : $Fe\,Cy^3 + 2\,Pb\,Cy^2$.

(2) Je me sers ici du signe Cy pour le cyanogène, au lieu de $N\,C^2$, pour éviter des nombres compliqués.

Fer,	12,85	= Protoxide de fer,	16,54;
Potassium,	37,11	= Potasse,	44,68;
Cyanogène,	37,22;		
Eau,	12,82.		

Je crois inutile d'exposer de même le résultat du calcul sur les deux autres sels analysés. Ils s'accordent avec les formules suivantes : $Fe\ Cy^3 + 2\ Ba\ Cy^3 + 12\ Aq$, et $Fe\ Cy^3 + 2\ Ca\ Cy^3 + 24\ Aq$. Cependant on doit se rappeler que ces deux sels retiennent, quoique effleuris, un atome d'eau, et cela par une raison qu'il n'est pas si facile d'expliquer.

Ces expériences prouvent que les sels appelés *prussiates* ou *hydro-cyanates ferrugineux* sont en effet des cyanures composés d'un atome de cyanure de fer et de 2 atomes de cyanure de l'autre métal.

Mais quelle est la nature de ces combinaisons lorsqu'elles contiennent de l'eau ? Il est plus difficile de répondre à cette question qu'on ne pense d'abord. Dans les prussiates ferrugineux de potasse et de plomb, il y a exactement la quantité d'eau requise pour les transformer en hydro-cyanates ; on peut donc les considérer comme des hydro-cyanates doubles. Mais les élémens sont-ils en effet combinés de cette manière, ou peut-on les regarder aussi comme des cyanures avec eau de cristallisation ?

Dans des substances composées, dont la composition est telle qu'on peut se figurer leurs élémens combinés de plusieurs manières, est-il indifférent de quelle manière on se représente l'union des élémens entre eux ? Les produits qui résultent de leur décomposition sont-ils

déterminés uniquement par la nature de la force décomposante ? Il est vrai qu'une foule de circonstances parlent en faveur d'une telle idée. Mais si elle était exacte, un corps composé, dont les élémens, à une température élevée, peuvent se combiner de manière qu'il en résulte d'autres substances composées, douées d'une certaine tension à la température et pression ordinaires de l'atmosphère, ce corps, dis-je, devrait se décomposer continuellement dans l'air, jusqu'à ce que ses élémens eussent satisfait à leur tension, et dans le vide, il ne devrait avoir aucune existence. Il me semble que c'est de cette manière que le nitrate d'ammoniaque devrait se décomposer dans le vide, s'il était indifférent de le considérer comme composé ou d'un atome d'ammoniaque, d'un atome d'acide nitrique et d'un atome d'eau, ou d'un atome de protoxide d'azote et de deux atomes d'eau, puisque dans le vide aucun obstacle n'empêche ces corps d'obéir à leur tension, ainsi qu'aux affinités prépondérantes, pas plus qu'à une température élevée où ces deux substances sont effectivement formées. Il y a donc une probabilité que les élémens du nitrate d'ammoniaque sont combinés plutôt comme acide nitrique, ammoniaque et eau, que comme protoxide d'azote et eau. De même, lorsqu'un sel à la température ordinaire de l'atmosphère tombe en efflorescence, nous considérons l'eau comme existant toute formée dans ce sel, mais retenue par une affinité si faible, qu'elle est vaincue par la tension de l'eau.

L'or et l'argent fulminans font explosion par une élévation de température peu considérable, et il en résulte de l'eau ; mais ces substances se conservent dans le vide.

L'hydrogène et l'oxigène qu'ils retiennent avec une si faible affinité n'y étaient donc pas à l'état d'eau, mais combinés d'une autre manière, et ce n'est que par l'acte de l'explosion que l'eau s'est formée. Mais si dans ces substances dont la composition dépend d'une affinité si faible, l'eau ne se produit pas lorsqu'on facilite l'effet de sa tension par le vide, il est à présumer que tout corps qui exhale des vapeurs aqueuses dans le vide doit contenir de l'eau toute formée, et qu'il la retient par une affinité très-faible.

J'ai mis des cristaux de prussiate ferrugineux de potasse dans le vide avec de l'acide sulfurique ; à la température de + 13° centigr., ils ont perdu toute leur eau de combinaison : un morceau d'un cristal introduit dans le vide du baromètre le fit descendre à la température de + 15°, de $0^m,005$. Je ne donne pas cependant ce résultat pour bien exact, vu l'extrême difficulté de faire monter un corps solide dans le mercure parfaitement exempt de tout air mécaniquement adhérent à sa surface. L'expérience prouve, malgré cela, que l'eau de cristallisation dans ce sel est douée d'une certaine tension qui varie avec la température. Il paraît donc que le sel en question contient de l'eau toute formée, et non pas de l'acide hydro-cyanique et des bases oxidées ; car il n'est pas bien probable que la base et l'acide puissent se décomposer et se recomposer à mesure que la tension de l'eau varie d'après la température et d'après la quantité de vapeur d'eau dans l'atmosphère dont ils sont entourés. Dans ce cas, il faut considérer le prussiate ferrugineux de potasse cristallisé comme un cyanure double de fer et de potassium combiné avec de l'eau de cristal-

lisation, à la manière des sels, dont il possède, même dans son état d'efflorescence, tous les caractères extérieurs.

(*La suite au Cahier prochain*).

SUITE

Du Mémoire sur l'Action mutuelle entre deux courans électriques, entre un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et entre deux aimans.

Par M. Ampère.

Continuation du § I^er^.

Avant de décrire les expériences que j'ai faites sur l'action mutuelle d'un courant électrique et du globe terrestre ou d'un aimant, avant d'en déduire les conséquences qui, en considérant les aimans comme des assemblages de courans électriques disposés comme je viens de le dire, ramènent cette action, ainsi que celle de la terre sur un aimant, ou de deux aimans l'un sur l'autre, à l'action mutuelle de deux courans électriques, ce qui sera l'objet des paragraphes suivans, je crois devoir compléter ce que je viens de dire sur cette dernière action en exposant les nouveaux résultats que j'ai obtenus depuis l'impression de ce qui précède, et que j'ai communiqués à l'Académie des Sciences, dans deux

Mémoires, dont l'un a été lu le 9 octobre et l'autre le 6 novembre.

La première expérience que j'aie jointe à celles que je viens de décrire a été faite avec l'instrument représenté pl. 1re, fig. 2.

Le courant électrique, arrivant dans cet instrument par le support *CA* (*fig.* 2), parcourait d'abord le conducteur *AB*, redescendait par le support *BDE*; de ce support, par la petite châpe d'acier *F*, où je plaçais un globule de mercure, et dans laquelle tournait le pivot d'acier de l'axe de verre *GH*, le courant se communiquait à la boîte de cuivre *I* et au conducteur *KLMNOPQ*, dont l'extrémité *Q* plongeait dans du mercure mis en communication avec l'autre extrémité de la pile; les choses étant ainsi disposées, il est clair que, dans la situation où ce conducteur est représenté et où je le mettais d'abord en l'appuyant contre l'appendice *T* du premier conducteur, le courant de la partie *MN* était en sens contraire de celui de *AB*, tandis que quand on faisait décrire une demi-circonférence à *KLMNOPQ*, les deux courans se trouvaient dans le même sens.

J'ai vu alors se produire l'effet que j'attendais; à l'instant où le circuit a été fermé, la partie mobile de l'appareil a tourné par l'action mutuelle de cette partie et du conducteur fixe *AB*, jusqu'à ce que les courans, qui étaient d'abord en sens contraire, vinssent se placer de manière à être parallèles et dans le même sens. La vitesse acquise lui faisait dépasser cette dernière position; mais elle y revenait, repassait un peu au-delà, et finissait par s'y fixer après quelques oscillations.

La manière dont je conçois l'aimant comme un assemblage de courans électriques dans des plans perpendiculaires à la ligne qui en joint les poles, me fit d'abord chercher à en imiter l'action par des conducteurs pliés en hélice, dont chaque spire me représentait un courant disposé comme ceux d'un aimant, et ma première idée fut que l'obliquité de ces spires pouvait être négligée quand elles avaient peu de hauteur, je ne faisais pas alors attention qu'à mesure que cette hauteur diminue, le nombre des spires, pour une longueur donnée, augmente dans le même rapport, et que par conséquent, comme je l'ai reconnu plus tard, l'effet de cette obliquité reste toujours le même.

J'annonçai, dans le Mémoire lu à l'Académie le 18 septembre, l'intention où j'étais de faire construire des hélices en fil de laiton pour imiter tous les effets de l'aimant, soit d'un aimant fixe avec une hélice fixe, soit d'une aiguille aimantée avec une hélice roulée autour d'un tube de verre suspendu à son milieu sur une pointe très-fine comme l'aiguille d'une boussole (1). J'espérais que non-seulement les extrémités de cette hélice seraient attirées et repoussées comme les poles d'une aiguille, par ceux d'un barreau aimanté, mais encore qu'elle se dirigerait par l'action du globe terrestre : j'ai réussi complètement à l'égard de l'action du barreau aimanté ; mais à l'égard de la force directrice de la terre, l'appareil n'était pas assez mobile, et cette force agissait

(1) J'ai changé depuis ce mode de suspension ainsi que je vais le dire.

par un bras de levier trop court pour produire l'effet desiré; je ne l'ai obtenu que quelque temps après, à l'aide des appareils qui seront décrits dans le paragraphe suivant. Le fil de laiton dont est formée l'hélice que j'ai fait construire, roulé autour des deux tubes de verre *ACD*, *BEF* (*fig.* 3) se prolonge de part et d'autre en revenant par l'intérieur de ces tubes, et ses deux extrémités sortent en *D* et en *F*, l'une, *DG*, descend verticalement, l'autre est recourbée comme on le voit en *FHK*; elles sont toutes deux terminées par des pointes d'acier qui plongent dans le mercure contenu dans les deux petites coupes *M* et *N*, et mis en communication avec les deux extrémités de la pile, la pointe supérieure appuyant seule contre le fond de la coupe *N*. Je n'ai pas besoin de dire que celle des deux extrémités de cette aiguille à hélice électrique qui se trouve à droite des courans est celle qui présente, à l'égard du barreau aimanté, les phénomènes qu'offre le pole austral d'une aiguille de bousole, et l'autre ceux du pole boréal.

Je fis ensuite construire un appareil semblable à celui de la fig. 1re, dans lequel le conducteur fixe et le conducteur mobile étaient remplacés par des hélices de laiton entourant des tubes de verre, mais dont les prolongemens, au lieu de revenir par ces tubes, étaient mis en communication avec les deux extrémités de la pile, comme les conducteurs rectilignes de la fig. 1re. C'est en faisant usage de cet instrument que je découvris un fait nouveau qui ne me parut pas d'abord s'accorder avec les autres phénomènes que j'avais jusqu'alors observés dans l'action mutuelle de deux courans électriques ou d'un courant et d'un aimant; j'ai reconnu depuis qu'il

n'a rien de contraire à l'ensemble de ces phénomènes, mais qu'il faut, pour en rendre raison, admettre comme une loi générale de l'action mutuelle des courans électriques, un principe que je n'ai encore vérifié qu'à l'égard des courans dans des fils métalliques pliés en hélice, mais que je crois vrai en général, à l'égard des portions infiniment petites de courant électrique dont on doit concevoir tout courant d'une grandeur finie comme composé, lorsqu'on veut en calculer les effets, soit qu'il ait lieu suivant une ligne droite ou une courbe.

Pour se faire une idée nette de cette loi, il faut concevoir dans l'espace une ligne représentant en grandeur et en direction la résultante de deux forces qui sont semblablement représentées par deux autres lignes, et supposer, dans les directions de ces trois lignes, trois portions infiniment petites de courans électriques, dont les intensités soient proportionnelles à leurs longueurs. La loi dont il s'agit consiste en ce que la petite portion de courant électrique, dirigée suivant la résultante, exerce, dans quelque direction que ce soit, sur un autre courant ou sur un aimant, une action attractive ou répulsive égale à celle qui résulterait, dans la même direction, de la réunion des deux portions de courans dirigées suivant les composantes. On conçoit aisément pourquoi il en est ainsi dans le cas où l'on considère le courant dans un fil conducteur plié en hélice à l'égard des actions qu'il exerce parallèlement à l'axe de l'hélice et dans des plans perpendiculaires à cet axe, puisqu'alors le rapport de la résultante et des composantes est le même pour chaque arc infiniment petit de cette courbe, ainsi que celui des actions produites par les portions de courans électriques

correspondantes, d'où il suit que ce dernier rapport existe aussi entre les intégrales de ces actions. Au reste, si la loi dont nous venons de parler est vraie pour deux composantes relativement à leur résultante, elle ne peut manquer de l'être pour un nombre quelconque de forces relativement à la résultante de toutes ces forces, comme on le voit aisément, en l'appliquant successivement d'abord à deux des forces données, puis à leur résultante et à une autre de ces forces, et en continuant toujours de même jusqu'à ce qu'on arrive à la résultante de toutes les forces données. Il suit de ce que nous venons de dire relativement aux courans électriques dans des fils pliés en hélice, que l'action produite par le courant de chaque spire se compose de deux autres, dont l'une serait produite par un courant parallèle à l'axe de l'hélice, représenté en intensité par la hauteur de cette spire, et l'autre par un courant circulaire représenté par la section faite perpendiculairement à cet axe dans la surface cylindrique sur laquelle se trouve l'hélice; et comme la somme des hauteurs de toutes les spires, prise parallèlement à l'axe de l'hélice, est nécessairement égale à cet axe, il s'ensuit qu'outre l'action produite par les courans circulaires transversaux, que j'ai comparée à celle d'un aimant, l'hélice produit en même temps la même action qu'un courant d'égale intensité qui aurait lieu dans son axe.

Si l'on fait revenir par cet axe le fil conducteur qui forme l'hélice, en l'enfermant dans un tube de verre placé dans cette hélice pour l'isoler des spires dont elle se compose, le courant de cette partie rectiligne du fil conducteur étant en sens contraire de celui qui équivaudrait à la partie de l'action de l'hélice qui a lieu paral-

lèlement à son axe, repoussera ce que celui-ci attirerait, et attirera ce qu'il repousserait; cette dernière action sera donc détruite par celle de la portion rectiligne du conducteur, et il ne résultera de la réunion de celui-ci avec l'hélice, que la seule action des courans circulaires transversaux, parfaitement semblable à celle d'un aimant. Cette réunion avait lieu dans l'instrument représenté dans la fig. 3, sans que j'en eusse prévu les avantages, et c'est pour cela qu'il m'a présenté exactement les effets d'un aimant, et que les hélices où il ne revenait pas dans l'axe une portion rectiligne du conducteur, me présentaient en outre les effets d'un conducteur rectiligne égal à l'axe de ces hélices; et comme le rayon des surfaces cylindriques sur lesquelles il se trouvait était assez petit dans les hélices dont je me servais, c'étaient même les effets dans le sens longitudinal qui étaient les plus sensibles, phénomène qui m'étonnait beaucoup avant que j'en eusse découvert la cause; j'étais encore à la chercher, et je voulais, par de nouvelles expériences, étudier toutes les circonstances de ce phénomène, que j'avais d'abord observé dans l'action de deux conducteurs pliés en hélice, et ensuite dans celle d'un conducteur de ce genre et d'une aiguille aimantée, lorsque M. Arago l'observa dans ce dernier cas, avant que je lui en eusse parlé. Ces hélices, dont le fil revient en ligne droite par l'axe, seront un instrument précieux pour les expériences de recherche, non-seulement parce qu'elles offriront le même genre d'action que les aimans, en donnant peu de hauteur aux spires, mais encore parce qu'en leur en donnant beaucoup, on aura un conducteur à-peu-près adynamique, pour porter et rapporter le courant électrique, sans qu'il

y ait lieu de craindre que les courans qui se trouvent dans cette portion du conducteur altèrent les effets des autres parties du circuit, dont il s'agirait d'observer ou de mesurer l'action.

On peut aussi imiter exactement les phénomènes de l'aimant au moyen d'un fil conducteur plié comme dans la fig. 4, où il y a entre toutes les portions du conducteur qui se trouvent dans le sens de l'axe, la même compensation qui a lieu dans les hélices dont nous venons de parler, entre l'action de la portion rectiligne du conducteur et celle que les spires exercent en sens contraire parallèlement à l'axe de l'hélice.

On voit que dans cet instrument le fil de laiton qui est renfermé dans le tube *BH* est le prolongement de celui qui forme les anneaux circulaires *E, F, G*, etc., et que chaque anneau tient au suivant par un petit arc d'une hélice dont chaque spire aurait une grande hauteur relativement au rayon de la surface cylindrique sur laquelle elle se trouve.

L'action qu'exercent parallèlement à l'axe du tube ces petits arcs d'hélice qui sont désignés dans la figure par les lettres *M, N, O*, etc., étant égale et opposée à celle de la portion *AB* du conducteur, il ne reste, dans cet appareil, que les actions dans des plans perpendiculaires à l'axe du tube, et celles que produisent dans ces plans les petits arcs *M, N, O*, etc., ces dernières étant très-faibles, ce seront celles des anneaux *E, F, G*, etc., dont on obtiendra les effets dans les expériences faites avec cet instrument.

Dès mes premières recherches sur le sujet dont nous nous occupons, j'avais cherché à trouver la loi suivant

laquelle varie l'action attractive ou répulsive de deux courans électriques, lorsque leur distance et les angles qui déterminent leur position respective changent de valeurs. Je fus bientôt convaincu qu'on ne pouvait conclure cette loi de l'expérience, parce qu'elle ne peut avoir une expression simple qu'en considérant des portions de courans d'une longueur infiniment petite, et qu'on ne peut faire d'expérience sur de tels courans; l'action de ceux dont on peut mesurer les effets est la somme des actions infiniment petites de ces élémens, somme qu'on ne peut obtenir que par deux intégrations successives, dont l'une doit se faire dans toute l'étendue d'un des courans pour un même point de l'autre, et la seconde s'exécuter sur le résultat de la première pris entre les limites marquées par les extrémités du premier courant, dans toute l'étendue du second; c'est le résultat de cette dernière intégration, pris entre les limites marquées par les extrémités du second courant, qui peut seul être comparé aux données de l'expérience; d'où il suit, comme je l'ai dit dans le Mémoire que j'ai lu à l'Académie le 9 octobre dernier, que ces intégrations sont la première chose dont il faut s'occuper lorsqu'on veut déterminer, d'abord, l'action mutuelle de deux courans d'une longueur finie, soit rectilignes, soit curvilignes, en faisant attention que, dans un courant curviligne, la direction des portions dont il se compose est déterminée, à chaque point, par la tangente à la courbe suivant laquelle il a lieu, et ensuite celle d'un courant électrique sur un aimant, ou de deux aimans, l'un sur l'autre, en considérant, dans ces deux derniers cas, les aimans comme des assemblages de courans électriques disposés comme

je l'ai dit plus haut. D'après une belle expérience de M. Biot, les courans situés dans un même plan perpendiculaire à l'axe de l'aimant doivent être regardés comme ayant la même intensité, puisqu'il résulte de cette expérience, où il a comparé les effets produits par l'action de la terre sur deux barreaux de même grandeur, de même forme et aimantés de la même manière, dont l'un était vide et non l'autre, que la force motrice était proportionnelle à la masse, et que par conséquent les causes auxquelles elle était due agissait avec la même intensité sur toutes les particules d'une même tranche perpendiculaire à l'axe, l'intensité variant d'ailleurs d'une tranche à l'autre, suivant que ces tranches sont plus loin ou plus près des poles. Quand l'aimant est un solide de révolution autour de la ligne qui en joint les deux poles, tous les courans d'une même tranche doivent en outre être des cercles : ce qui donne un moyen pour simplifier les calculs relatifs aux aimans de cette forme, en calculant d'abord l'action d'une portion infiniment petite d'un courant électrique sur un assemblage de courans circulaires concentriques occupant tout l'espace renfermé dans la surface d'un cercle, de manière que les intensités qu'on leur attribue dans le calcul soient proportionnelles à la distance infiniment petite de deux courans consécutifs mesurée sur un rayon, puisque sans cela le résultat de l'intégration dépendrait du nombre des parties infiniment petites dans lesquelles on aurait divisé ce rayon par les circonférences qui représentent les courans ; ce qui est absurde. Comme un courant circulaire est attiré dans la partie où il a lieu dans la direction du courant qui agit sur lui, et repoussé dans la partie où il a lieu en

sens contraire, l'action sur une surface de cercle perpendiculaire à l'axe de l'aimant consistera en une résultante égale à la différence entre les attractions et répulsions décomposées parallèlement à cette résultante, et un couple résultant que les attractions et répulsions tendront également à produire. On en trouvera la valeur par des intégrations relatives aux rayons des courans circulaires, qui devront être prises depuis zéro jusqu'au rayon de la surface quand l'aimant est plein, et entre les rayons des surfaces intérieure et extérieure, quand c'est un cylindre creux, il faudra multiplier alors le résultat de cette opération :

1°. Par l'épaisseur infiniment petite de la tranche et par l'intensité commune des courans dont elle est composée; 2° par l'intensité et la longueur d'une portion infiniment petite du courant électrique qu'on suppose agir sur elle; et on aura ainsi les valeurs de la résultante et du couple résultant dont se compose l'action élémentaire entre une tranche circulaire ou en forme de couronne, et une portion infiniment petite de ce courant.

Au moyen de cette valeur, s'il s'agit de l'action mutuelle d'un aimant et d'un courant, soit rectiligne d'une longueur finie, soit curviligne, il n'y aura plus, pour en trouver l'action mutuelle, qu'à exécuter les intégrations qu'exigera le calcul de la résultante et du couple résultant de toutes les actions élémentaires entre chaque tranche de l'aimant et chaque portion infiniment petite du courant électrique.

Mais s'il s'agit de l'action mutuelle de deux aimans cylindriques, creux ou solides, il faudra d'abord re-

prendre la valeur de celle d'une tranche circulaire ou en forme de couronne, et d'une portion infiniment petite de courant électrique, pour en conclure, par deux intégrations, l'action mutuelle entre cette tranche et une tranche semblable, en considérant celle-ci comme composée de courans circulaires, disposés comme dans la première ; on aura ainsi la résultante et le couple résultant de l'action mutuelle de deux tranches infiniment minces, et par de nouvelles intégrations, on obtiendra les mêmes choses relativement à celle de deux aimans compris sous des surfaces de révolution, après toutefois qu'on aura déterminé par la comparaison des résultats du calcul et de ceux de l'expérience, suivant quelle fonction de la distance de chaque tranche à un des poles de l'aimant, varie l'intensité des courans électriques de cette tranche. Je n'ai point encore achevé les calculs qui sont relatifs, soit à l'action d'un aimant et d'un courant électrique, soit à l'action mutuelle de deux aimans (1), mais seulement ceux par lesquels j'ai déterminé l'action mu-

(1) Ces calculs supposent que la présence d'un courant électrique ou d'un autre aimant ne change rien aux courans électriques de l'aimant sur lequel ils agissent. Cela n'a jamais lieu pour le fer doux ; mais comme l'acier trempé conserve les modifications qu'on lui fait éprouver par ce moyen, soit dans les expériences de M. Arago sur l'aimantation de l'acier par un courant électrique, soit dans l'emploi des procédés de l'aimantation ordinaire, il me paraît que quand de l'acier aimanté se trouve précisément dans le même état qu'auparavant, après qu'un autre aimant ou un courant électrique ont agi sur lui, on peut en conclure qu'ils n'avaient pas, pendant leur action, changé sensiblement la direction et l'intensité des courans dont il se compose, sans quoi les modifications qu'ils leur auraient fait subir subsisteraient après que cette action aurait cessé.

tuelle de deux courans rectilignes d'une grandeur finie, dans l'hypothèse qui s'accorde le mieux avec les phénomènes que j'ai observés et les résultats généraux de l'expérience, relativement à la valeur de l'attraction ou de la répulsion qui a lieu entre deux portions infiniment petites de courans électriques. J'avais d'abord projeté de ne publier cette formule et ses diverses applications que quand j'aurais pu en comparer les résulats à des expériences de mesures précises ; mais, après avoir considéré toutes les circonstances que présentent les phénomènes, j'ai cru voir, en faveur de cette hypothèse, assez de probabilité pour en donner un aperçu dès à présent, et ce sera l'objet d'un des paragraphes suivans.

J'avais fait construire, pour ces expériences, un instrument que je montrai, le 17 octobre dernier, à MM. Biot et Gay-Lussac, et qui ne différait de celui qui est représenté fig. 1^re^, qu'en ce que le conducteur fixe de ce dernier était remplacé par un conducteur attaché à un cercle qui tournait autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la direction du conducteur mobile, au moyen d'une poulie de renvoi, et gradué de manière qu'on voyait sur le limbe l'angle formé par les directions des deux courans, dans les différentes positions qu'on pouvait donner successivement au conducteur porté par le cercle gradué.

Je ne figure pas cet appareil dans les planches jointes à ce Mémoire, parce qu'en conservant la même disposition pour ce dernier conducteur, et en plaçant le conducteur mobile dans une situation verticale, j'ai construit l'appareil représenté fig. 6, qui est beaucoup plus propre à faire exactement les mesures que j'avais en vue, surtout depuis que j'ai donné au support du cercle gra-

dué, outre le mouvement par lequel on peut l'éloigner ou le rapprocher du conducteur mobile, au moyen d'une vis de rappel, deux autres mouvemens, l'un vertical, et l'autre dans le sens horizontal et perpendiculaire à la direction des deux autres. Le premier de ces trois mouvemens est indispensable pour toute mesure à prendre avec l'instrument, il avait seul lieu dans mon premier appareil, les deux mouvemens que j'y ai ajoutés ont pour objet de donner la facilité de faire des mesures dans le cas où la ligne qui joint les milieux des deux courans ne leur est pas perpendiculaire. C'est pourquoi j'ai pensé qu'on pouvait se dispenser de les régler par des vis de rappel, et les faire à la main avant l'expérience, pourvu qu'on pût ensuite fixer d'une manière stable le support du cercle gradué dans la position qu'on lui aurait ainsi donnée.

C'est ce nouvel instrument que j'ai fait représenter, fig. 6, et dont je vais expliquer la construction : si je parle ici du premier, c'est parce que c'est avec lui que j'ai remarqué, pour la première fois, l'action du globe terrestre sur les courans électriques, qui altérait les effets de l'action mutuelle des deux conducteurs que j'avais l'intention de mesurer. J'interrompis alors ces observations, et je fis construire les deux appareils qui mettent cette action de la terre dans tout son jour, et avec lesquels j'ai produit également, dans des courans électriques, les mouvemens correspondans à la direction de la boussole dans le plan de l'horizon, suivant la ligne de déclinaison, et celle de l'aiguille d'inclinaison dans le plan du méridien magnétique; ces derniers instrumens, et les expériences que j'ai faites avec eux, seront décrits

dans le paragraphe suivant, comme ils l'ont été dans le Mémoire que je lus à l'Académie des Sciences le 30 octobre dernier. Revenons à l'appareil pour mesurer l'action de deux courans électriques dans toutes sortes de positions, et qui est représenté dans la fig. 6.

Les trois mouvemens du support KFG ont lieu, le premier à l'aide de la vis de rappel M, les deux autres au moyen de ce que ce support est fixé à une pièce de bois N, qui peut glisser, dans les deux sens horizontal et vertical, sur une autre pièce de bois O fixée au pied de l'instrument. Dans l'une est pratiquée une fente horizontale, dans l'autre une fente verticale, et à l'intersection des directions de ces deux fentes, se trouve un écrou Q qui sert à arrêter la pièce mobile sur celle qui est fixe dans la position qu'on veut lui donner. Le mouvement de rotation du cercle gradué à l'aide duquel on incline à volonté la portion du fil conducteur attachée à ce cercle, s'exécute au moyen des deux poulies de renvoi P et P'. Pour qu'elle n'exerce pas sur les parties horizontales du conducteur mobile une action qui se combine avec celle qui a lieu sur la partie verticale, et qu'il s'agit de mesurer, j'ai donné à ce conducteur $ABCDE$ la forme qu'on lui voit dans la figure, et pour que ces deux extrémités puissent être mises en communication avec celle de la pile, il est interrompu à l'angle A, par lequel il est suspendu à un fil AH dont la torsion doit faire équilibre à l'attraction ou répulsion des deux courans. La branche BA se prolonge au-delà de A, et la branche DE au-delà de E, et elles se terminent par les pointes K, L, qui plongent dans deux petites coupes pleines de mercure, mais n'en atteignent point le fond.

Le pied qui porte ces deux petites coupes peut être avancé ou reculé au moyen de l'écrou a, qui le fixe dans la rainure ef; elles peuvent être en fer ou en platine; l'une d'elles est mise en communication avec une des deux extrémités de la pile par le conducteur XU enfermé dans un tube de verre autour duquel est plié en hélices à hautes spires le conducteur YVT, terminé par une sorte de ressort en cuivre, qui s'appuie en T sur la circonférence du cercle gradué, où il se trouve en contact avec un cercle en fil de laiton communiquant avec la branche SS' du conducteur dont la partie SR est destinée à agir sur le conducteur mobile, et dont la branche RR' tient à un second cercle en fil de laiton sur lequel s'appuie en Z un ressort ZI semblable au premier, et qui communique, du côté de I, avec l'autre extrémité de la pile. Il est clair qu'en faisant tourner le cercle gradué autour de l'axe horizontal qui le supporte, la partie SR du conducteur tournera dans un plan vertical, de manière à former tous les angles qu'on voudra avec la direction de la partie BC du conducteur mobile, sur lequel elle agit à travers la cage de verre où est renfermé ce conducteur mobile, pour qu'il ne puisse participer aux agitations de l'air.

Pour mesurer les attractions et les répulsions des deux conducteurs à différentes distances, lorsqu'ils sont parallèles, et que la ligne qui en joint les milieux leur est perpendiculaire, on tourne l'axe vertical auquel est attaché le fil de suspension, de manière que la partie BC du conducteur mobile réponde au zéro de l'échelle gh; ce qu'on obtient en la plaçant immédiatement au-dessus du biseau qui termine la pièce en cuivre m; un indice

np attaché en *n* au support du cercle gradué marque sur cette échelle la distance des deux portions de conducteur *BC* et *SR*. Lorsqu'on établit la communication des deux extrémités du circuit avec celles de la pile, la première *BC* se porte en avant ou en arrière suivant qu'elle est attirée ou repoussée par *SR*; mais on la ramène dans la position où elle se trouvait auparavant en faisant tourner l'axe du fil de supension; le nombre des tours et portions de tour marqué par l'indice *r* sur le cadran *pq* attaché à cet axe, donne la valeur de l'attraction ou de la répulsion des deux courans électriques, mesurée par la torsion du fil.

Il n'est pas nécessaire de rappeler aux physiciens accoutumés à faire des mesures de ce genre, que l'intensité des courans variant sans cesse avec l'énergie de la pile, il faut, entre chaque expérience, à différentes distances, en faire une à une distance constante, afin de connaitre, par l'action observée chaque fois à cette distance constante, et les règles ordinaires d'interpolation, comment varie l'intensité des courans, et quelle en est la valeur à chaque instant. On s'y prendra de la même manière pour comparer les attractions et répulsions à une distance constante lorsque l'on fait varier l'angle des directions des deux courans, dans le cas où la ligne qui en joint les milieux ne cesse pas de leur être perpendiculaire. Les observations intermédiaires, pour déterminer par interpolation l'énergie de la pile à chaque instant, seront même alors plus faciles, puisque la distance des deux portions de conducteur *BC* et *SR* ne variant point, il suffira de faire tourner le cercle gradué pour ramener chaque fois *SR* dans la direction parallèle à *BC*.

Enfin, lorsqu'on voudra mesurer l'action mutuelle de *BC* et de *SR*, lorsque la ligne qui en joint les milieux n'est pas perpendiculaire à leur direction, on donnera au support du cercle gradué la situation convenable au moyen de l'écrou *Q* qui le fixe au reste de l'appareil dans la position qu'on veut lui donner, et en faisant alors une série d'expériences semblables à celles du cas précédent, on pourra comparer les résultats obtenus dans chaque situation des conducteurs des courans électriques, à ceux qu'on aura eu dans le cas où la ligne qui en joint les milieux leur est perpendiculaire, en faisant cette comparaison pour une même plus courte distance des courans, et ensuite pour des distances différentes; on aura ainsi tout ce qu'il faudra pour voir comment et jusqu'à quel point ces diverses circonstances influent sur l'action mutuelle des courans électriques : il ne s'agira plus que de voir si l'ensemble de ces résultats s'accordera avec le calcul des effets qui doivent être produits dans chaque circonstance, d'après la loi d'attraction qu'on aura admise entre deux portions infiniment petites de courans électriques.

Par l'addition d'un autre conducteur mobile dont la suspension est exactement la même, et qui est représenté à part, fig. 10 de la planc. 5, où les parties correspondantes sont désignées par les mêmes lettres, j'ai rendu cet instrument propre aussi à mesurer le moment des forces qui tendent à faire tourner un conducteur, par l'action d'un autre conducteur qui fait successivement avec lui différens angles auxquels répondent différens momens. Ce conducteur mobile *ABOCDEF* a la forme qu'on voit dans la figure 10, et se trouve sus-

pendu au milieu de son côté horizontal supérieur, où il est interrompu entre les points *A*, *F*, où les deux extrémités de ce conducteur portent les deux pointes d'acier *M*, *N*, qui sont situées dans une même ligne verticale, et plongent dans le mercure des deux petites coupes de la figure 6, sans en toucher le fond à cause de la suspension au fil de torsion. Pour mesurer le moment de rotation produit par un conducteur rectiligne, on en place un sous la cage de verre très-près du côté horizontal inférieur *CD* (fig. 10) du conducteur mobile, de manière qu'il réponde à son milieu : ce dernier tourne alors par l'action du conducteur fixe sans être influencé par celle de la terre, parce qu'il y a compensation entre les actions qu'elle exerce sur les deux moitiés égales et opposées du conducteur mobile.

§ II. *Direction des courans électriques par l'action du globe terrestre* (1).

Je n'ai pas réussi dans les premières expériences que j'ai faites pour faire mouvoir le fil conducteur d'un courant électrique par l'action du globe terrestre, moins peut-être par la difficulté d'obtenir une suspension assez mobile, que parce qu'au lieu de chercher dans la théorie qui ramène les phénomènes de l'aimant à ceux des courans électriques, la disposition la plus favorable à cette sorte d'action, j'étais préoccupé de l'idée d'imiter le plus

(1) Ce qui est contenu dans ce paragraphe a été lu à l'Académie royale des Sciences, dans sa séance du 30 octobre dernier.

que je le pouvais la disposition des courans électriques de l'aimant dans l'arrangement de ceux sur lesquels je voulais observer l'action de la terre ; cette seule idée m'avait guidé dans la construction de l'instrument représenté fig. 3, et elle m'empêchait de faire attention que ce n'est en quelque sorte que d'une manière indirecte que cette action porte le pole austral de l'aiguille aimantée au nord et en bas, et le pole boréal au sud et en haut ; que son effet immédiat est de placer les plans perpendiculaires à l'axe de l'aimant, dans lesquels se trouvent les courans électriques dont il se compose, parallèlement à un plan déterminé par l'action résultante de tous ceux de notre globe, et qui est, dans chaque lieu, perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison. Il suit de cette considération que ce n'est pas une ligne droite, mais un plan que l'action terrestre doit immédiatement diriger ; qu'ainsi ce qu'il faut imiter, c'est la disposition de l'électricité suivant l'équateur de l'aiguille aimantée, équateur qui est une courbe rentrante sur elle-même, et voir ensuite si lorsqu'un courant électrique est ainsi disposé, l'action de la terre tend à amener le plan où il se trouve dans une direction parallèle à celle où elle tend à amener l'équateur de l'aimant, c'est-à-dire, dans une direction perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison, de manière que le courant qu'on essaie de diriger ainsi soit dans le même sens que ceux de l'aiguille aimantée qui a obéi à l'action du globe terrestre.

L'aimant reçoit des mouvemens différens suivant qu'il ne peut que tourner dans le plan de l'horizon comme l'aiguille d'une boussole, ou dans le plan du méridien magnétique, comme l'aiguille d'inclinaison attachée à

la pile, au moyen de deux conducteurs en fil de laiton, dont l'un est renfermé dans le tube de verre qui porte ces deux dernières boîtes, et sert de pied à l'instrument, et l'autre forme autour de ce tube une hélice dont les spires ont une assez grande hauteur relativement au diamètre du tube, afin que les actions exercées par les deux portions de courans qui parcourent ces conducteurs en sens contraire se neutralisent à-peu-près complètement. J'ai placé sous la cage de verre, qui recouvre cet instrument pour le mettre à l'abri des agitations de l'air, un autre cercle en fil de laiton, d'un diamètre un peu plus grand, qui est fixe et supporté par un pied semblable à celui du cercle mobile, dans la situation qu'on voit dans la figure. Ce cercle communique aussi avec deux conducteurs disposés de la même manière, et qui servent à y faire passer le courant électrique lorsqu'au lieu d'observer l'action du globe terrestre sur le cercle mobile, on veut voir les effets de celle de deux courans circulaires l'un sur l'autre, tandis que quand on veut observer l'action qu'exerce la terre sur un courant électrique, on ne fait passer ce courant que dans le cercle mobile. Comme il n'est question ici que de l'action du globe terrestre, je ne parlerai que du cas où les conducteurs du cercle mobile sont seuls en communication avec les deux extrémités de la pile. Le cercle fixe ne sert alors qu'à indiquer d'une manière précise le plan vertical et perpendiculaire au méridien magnétique, où le cercle mobile doit être amené par l'action de la terre. On place donc d'abord le cercle fixe dans ce plan au moyen d'une boussole, et le cercle mobile dans une autre situation qui sera, par exemple, celle du méridien magnétique lui-même; alors,

dès qu'on y fera passer un courant électrique, il tournera pour se porter dans le plan indiqué par le cercle fixe, le dépassera d'abord en vertu de la vitesse acquise, puis y reviendra, et s'y arrêtera après quelques oscillations.

Le sens dans lequel ce mouvement a lieu dépend de celui du courant électrique établi dans le cercle mobile; pour le prévoir d'avance, on considérera une ligne passant par le centre de ce cercle, et perpendiculaire à son plan, cette ligne arrivera dans le méridien magnétique lorsque le cercle mobile sera amené dans le plan qui lui est perpendiculaire, et elle y arrivera de manière que celle de ces deux extrémités qui est à droite du courant considéré comme agissant sur un point pris à volonté hors de ce cercle, et par conséquent à gauche de l'observateur qui, placé dans le sens du courant, regarderait l'aiguille, extrémité qui représente le pole austral d'une aiguille aimantée, se trouve dirigée du côté du nord; ce qui suffit pour déterminer le sens du mouvement que prendra le cercle mobile.

Dans l'autre appareil, l'équateur de l'aiguille d'inclinaison est représenté par un rectangle en fil de laiton d'environ 3 décimètres de largeur sur 6 de longueur. La suspension est d'ailleurs la même que celle de l'aiguille d'inclinaison. C'est avec ces deux instrumens que, dans des expériences souvent répétées, j'ai observé les phénomènes de direction par l'action de la terre, bien plus complètement que je ne l'avais fait avec la double spirale. Dans le premier, le cercle mobile s'est, ainsi que je viens de le dire, arrêté précisément dans la situation où l'action du globe terrestre devait l'amener d'après

la théorie ; dans le second, le conducteur a constamment quitté une position où j'avais constaté, en le faisant osciller, que l'équilibre était stable, pour se porter dans une situation plus ou moins rapprochée de celle qu'aurait prise, dans les mêmes circonstances, l'équateur d'une aiguille aimantée, et il s'y arrêtait, après quelques oscillations, en équilibre entre la force directrice de la terre et la pesanteur qui agissait alors en faisant plier le fil de laiton, ce qui abaissait le centre de gravité du conducteur au-dessous de l'axe horizontal. Dès qu'on interrompait le circuit, il revenait, dans ce dernier cas, à sa première position, ou s'il n'y revenait pas précisément, s'il en restait même quelquefois assez éloigné, il était évident, par toutes les circonstances de l'expérience, que cela tenait à la flexion dont je viens de parler, qui avait produit, dans la situation du centre de gravité, une légère altération qui subsistait quand on faisait cesser le courant électrique. Dans les deux cas, j'ai eu soin de changer les extrémités des fils conducteurs relativement à celles de la pile, pour constater que le courant qui est dans celle-ci n'était pas la cause de l'effet produit, puisqu'alors il avait toujours lieu dans le même sens, et que cet effet avait lieu en sens contraire, conformément à la théorie. J'ai aussi, en laissant les mêmes extrémités en communication, fait passer, de la droite à la gauche de l'instrument, les fils qui faisaient communiquer le conducteur mobile aux deux extrémités de la pile, pour constater que les courans de ces fils, dont je tenais d'ailleurs la plus grande portion loin de l'instrument, n'avaient pas d'influence sensible sur ses mouvemens. Je n'ai pas besoin de dire que, dans tous les cas, les mou-

vemens ont eu lieu dans le sens où se mouvrait l'équateur d'une aiguille aimantée, c'est-à-dire que l'extrémité de la perpendiculaire au plan du conducteur, qui se trouve à droite du courant, et par conséquent à gauche de la personne qui le regarde dans la situation décrite dans le premier paragraphe de ce Mémoire, est porté au nord dans le premier cas, et en bas dans le second, comme le serait le pole austral d'un aimant que cette extrémité représente. L'instrument avec lequel j'ai fait cette expérience se compose d'un fil de laiton *ABCDEFG* soudé en *A* à un morceau de fil semblable *HAK* porté par le tube de verre *XY* au moyen de la boîte en cuivre *H*, et auquel est fixé un petit axe en acier qui repose sur le rebord taillé en biseau d'une lame en fer *N* sur laquelle on met du mercure en contact avec cet axe. La partie *FG* de ce fil de laiton passe dans le tube de verre et se soude à la boîte en cuivre *G*, qui porte un petit axe en acier semblable à l'autre, et qui repose sur le rebord d'une autre lame *M* où l'on met aussi du mercure. Les deux lames en fer *M*, *N*, sont supportés par les pieds *PQ*, *RS*, qui communiquent avec le mercure des coupes de buis *T*, *U*, où l'on fait plonger les deux conducteurs partant des deux extrémités de la pile. Pour empêcher la flexion du fil de laiton *ABCDEF*, le tube de verre *XY* porte, au moyen d'une autre boîte en cuivre *I*, un losange en bois *ZV* très-léger et très-mince, dont les extrémités soutiennent les milieux des portions *BC*, *DE*, du fil de laiton qui sont parallèles au tube de verre *XY*.

L'interposition du mercure dans cet instrument, et dans ceux que je viens de décrire, par-tout où la communication doit avoir lieu par des parties qui ne sont pas sou-

dées, sans être toujours nécessaire, est le meilleur moyen que je connaisse pour assurer la réussite des expériences. Ainsi, j'avais deux fois tenté sans succès une expérience qui a parfaitement réussi quand, en l'essayant une troisième fois, j'ai rendu la communication plus complète par un globule de mercure.

§ III. *De l'Action mutuelle entre un conducteur électrique et un aimant.*

C'est cette action découverte par M. OErsted, qui m'a conduit à reconnaître celle de deux courans électriques l'un sur l'autre, celle du globe terrestre sur un courant, et la manière dont l'électricité produisait tous les phénomènes que présentent les aimans, par une distribution semblable à celle qui a lieu dans le conducteur d'un courant électrique, suivant des courbes fermées perpendiculaires à l'axe de chaque aimant. Ces vues, dont la plus grande partie n'a été que plus tard confirmée par l'expérience, furent communiquées à l'Académie royale des Sciences, dans sa séance du 18 septembre 1820; je vais transcrire ce que je lus dans cette séance, sans autres changemens que la suppression des passages qui ne seraient qu'une répétition de ce que je viens de dire, et en particulier de ceux où je décrivais les appareils que je me proposais de faire construire; ils l'ont été depuis, et la plupart sont décrits dans les paragraphes précédens. On pourra, par ce moyen, se faire une idée plus juste de la marche que j'ai suivie dans mes recherches sur le sujet dont nous nous occupons.

Les expériences que j'ai faites sur l'action mutuelle des conducteurs qui mettent en communication les extré-

mités d'une pile voltaïque, m'ont montré que tous les faits relatifs à cette action peuvent être ramenés à deux résultats généraux, qu'on doit considérer d'abord comme uniquement donnés par l'observation, en attendant qu'on puisse les ramener à un principe unique, comme j'essayerai bientôt de le faire. Je commencerai par les énoncer sous la forme qui me paraît la plus simple et la plus générale.

Ces résultats consistent, d'une part, dans l'action directrice d'un de ces corps sur l'autre; de l'autre part, dans l'action attractive ou répulsive qui s'établit entre eux, suivant les circonstances.

Action directrice. Lorsqu'un aimant et un conducteur agissent l'un sur l'autre, et que l'un d'eux étant fixe, l'autre ne peut que tourner dans un plan perpendiculaire à la plus courte distance du conducteur et de l'axe de l'aimant, celui qui est mobile tend à se mouvoir, de manière que les directions du conducteur et de l'axe de l'aimant forment un angle droit, et que le pole de l'aimant qui regarde habituellement le nord soit à gauche de ce qu'on appelle ordinairement *le courant galvanique*, dénomination que j'ai cru devoir changer en celle de courant électrique, et le pole opposé à sa droite, bien entendu que la ligne qui mesure la plus courte distance du conducteur et l'axe de l'aimant rencontre la direction de cet axe entre les deux poles. Pour conserver à cet énoncé toute la généralité dont il est susceptible, il faut distinguer deux sortes de conducteurs : 1° la pile même, dans laquelle le courant électrique, dans le sens où j'emploie ce mot, se porte de l'extrémité où il se produit de l'hydrogène dans la décomposition de l'eau, à celle d'où l'oxigène

se dégage ; 2° le fil métallique qui unit les deux extrémités de la pile, et où l'on doit alors considérer le même courant comme se portant, au contraire, de l'extrémité qui donne de l'oxigène, à celle qui développe de l'hydrogène. On peut comprendre ces deux cas dans une même définition, en disant qu'on entend par courant électrique la direction suivant laquelle l'hydrogène et les bases des sels sont transportés par l'action de toute la pile, en concevant celle-ci comme formant avec le conducteur un seul circuit, lorsqu'on interrompt ce circuit pour y placer, soit de l'eau, soit une dissolution saline que cette action décompose. Au reste, tout ce que je vais dire sur ce sujet ne suppose aucunement qu'il y ait réellement un courant dans cette direction, et on peut ne considérer que comme une manière commode et usitée de la désigner l'emploi que je fais ici de cette dénomination de courant électrique.

Dans les expériences de M. OErsted, cette action directrice se combine toujours avec celle que le globe terrestre exerce sur l'aiguille aimantée, et se combine en outre quelquefois avec l'action que je décrirai tout-à-l'heure sous la dénomination d'*action attractive ou répulsive* ; ce qui conduit à des résultats compliqués dont il est difficile d'analyser les circonstances et de reconnaître les lois.

Pour pouvoir observer les effets de l'*action directrice* d'un courant électrique sur un aimant, sans qu'ils fussent altérés par ces diverses causes, j'ai fait construire un instrument que j'ai nommé *aiguille aimantée astatique*. Cet instrument, représenté pl. 4, fig. 8, consiste dans une aiguille aimantée *AB* fixée perpendiculairement

à un axe *CD*, qu'on peut placer dans la direction que l'on veut, au moyen d'un mouvement semblable à celui du pied d'un télescope et de deux vis de rappel *E*,*F*. L'aiguille ainsi disposée ne peut se mouvoir qu'en tournant dans un plan perpendiculaire à cet axe, dans lequel on a soin que son centre de gravité soit exactement placé, en sorte qu'avant qu'elle soit aimantée on puisse s'assurer que la pesanteur n'a aucune action pour la faire changer de position. On l'aimante alors, et cet instrument sert à vérifier que tant que le plan où se meut l'aiguille n'est pas perpendiculaire à la direction de l'aiguille d'inclinaison, le magnétisme terrestre tend à faire prendre à l'aiguille aimantée la direction de celle des lignes tracées sur le plan qui est le plus rapproché possible de la direction de l'aiguille d'inclinaison, c'est-à-dire, la projection de cette direction sur le même plan. On place ensuite l'axe parallèlement à la direction de l'aiguille d'inclinaison; le plan où se meut l'aiguille aimantée lui étant alors perpendiculaire, le magnétisme terrestre n'a plus aucune action pour diriger l'aiguille aimantée, qui devient ainsi complètement astatique. Le même appareil porte, dans le plan de cette aiguille, un cercle *LMN* divisé en degrés, sur lequel sont fixés deux petits barreaux de verre *GH*, *IK*, pour attacher les fils conducteurs, dont l'action directrice agit alors seule, et sans complication avec la pesanteur et le magnétisme terrestre.

La principale expérience à faire avec cet appareil est de montrer que l'angle entre les directions de l'aiguille et du conducteur est toujours droit quand l'*action directrice* est la seule qui ait lieu.

Action attractive ou répulsive. Ce second résultat gé-

néral consiste, 1° en ce qu'un conducteur joignant les deux extrémités d'une pile voltaïque, et un aimant dont l'axe fait un angle droit avec la direction du courant qui a lieu dans ce conducteur conformément aux définitions précédentes, s'attirent quand le pole austral est à gauche du courant qui agit sur lui, c'est-à-dire, quand la position est celle que le conducteur et l'aimant tendent à prendre en vertu de leur action mutuelle, et se repoussent quand le pole austral de l'aimant est à la droite du courant, c'est-à-dire, quand le conducteur et l'aimant sont maintenus dans la position opposée à celle qu'ils tendent à se donner mutuellement. On voit, par l'énoncé même de ces deux résultats, que l'action entre le conducteur et l'aimant est toujours réciproque. C'est cette réciprocité que je me suis d'abord attaché à vérifier, quoiqu'elle me parût assez évidente par elle-même; il me semble qu'il serait superflu de décrire ici les expériences que j'ai faites pour la constater : il suffit de dire qu'elles ont pleinement réussi.

Les deux modes d'action entre un aimant et un fil conjonctif, que je viens d'exposer en les considérant comme de simples résultats de l'expérience, suffisent pour rendre raison des faits observés par M. OErsted, et pour prévoir ce qui doit arriver dans les cas analogues à l'égard desquels on n'a point encore fait d'observation. Ils indiquent, par exemple, d'avance tout ce qui doit arriver quand un courant électrique agit sur l'aiguille d'inclinaison. Je n'entrerai dans aucun détail à cet égard, puisque tout ce que je pourrais dire sur ce sujet découle immédiatement des énoncés précédens. Je me bornerai à dire qu'après avoir déduit seulement le pre-

mier résultat général de la note de M. OErsted, j'en déduisis l'explication des phénomènes magnétiques, fondée sur l'existence des courans électriques dans le globe de la terre et dans les aimans, que cette explication me conduisit au second résultat général, et me suggéra, pour le constater, une expérience qui réussit complètement. Lorsque je la communiquai à M. Arago, il me fit remarquer avec raison que cette attraction entre un aimant et un conducteur électrique placés à angles droits dans la direction où ils tendent à se mettre mutuellement, et cette répulsion, dans la direction opposée, pouvaient seules rendre raison des résultats publiés par l'auteur de la découverte, dans le cas où l'aiguille aimantée étant horizontale, on en approche un conducteur galvanique dans une situation verticale, et qu'on pouvait même déduire aisément cette loi, de l'une des expériences de M. OErsted, celle qu'il énonce ainsi : *Posito autem filo (cujus extremitas superior electricitatem à termino negativo apparatûs galvanici accipit) è regione puncto inter polum et medium acûs sito, occidentem versùs agitur.*

Car ce mouvement de l'aiguille aimantée, indiqué comme ayant lieu soit que le conducteur se trouve à l'occident ou à l'orient de l'aiguille, est dans le premier cas une attraction, parce que le pole austral est à la gauche du courant, et dans le second une répulsion, parce qu'il se trouve à droite.

Mais en convenant de la justesse de cette observation, il me semble que la distinction que j'ai faite des deux résultats généraux de l'action mutuelle d'un aimant et d'un fil conducteur n'en devient que plus importante pour

expliquer ce qui arrive alors en montrant que, dans ce cas, c'est tantôt une attraction et tantôt une répulsion, toujours conformément à la loi du second résultat général que je viens d'exposer, tandis que, dans l'expérience que M. OErsted énonce immédiatement avant en ces termes : *Quando filum conjungens perpendiculare ponitur è regione polo acûs magneticæ, et extremitas superior fili electricitatem à termino negativo apparatûs galvanici accipit, polus orientem versùs movetur*, ce mouvement n'a lieu que pour que l'aiguille aimantée prenne, à l'égard du conducteur, la direction déterminée par le premier résultat général, avec toutes les circonstances que j'ai comprises dans son énoncé, et en particulier la remarque qui le termine.

Il me reste à décrire l'instrument avec lequel j'ai constaté l'existence de cette action entre un courant électrique et un aimant, désignée, dans ce qui précède, sous le nom d'*action attractive ou répulsive*, et j'en ai observé les effets sans que l'*action directrice* vînt les altérer en se combinant avec elle. Cet instrument, représenté pl. 4, fig. 9, est composé d'un pied ABC dont les bras BEG, BFH supportent le fil conjonctif horizontal KL, auprès duquel on suspend une petite aiguille aimantée cylindrique MN, à l'extrémité C de ce pied, au moyen d'un fil de soie MC, tantôt par son pole austral et tantôt par son pole boréal.

La première réflexion que je fis lorsque je voulus chercher les causes des nouveaux phénomènes découverts par M. OErsted, est que l'ordre dans lequel on a découvert deux faits ne faisant rien aux conséquences des analogies qu'ils présentent, nous pouvions supposer

qu'avant de savoir que l'aiguille aimantée prend une direction constante du sud au nord, on avait d'abord connu la propriété qu'elle a d'être amenée par un courant électrique dans une situation perpendiculaire à ce courant, de manière que le pole austral de l'aiguille fût porté à gauche du courant, et qu'on découvrît ensuite la propriété qu'elle a de tourner constamment au nord celle de ses extrémités qui se portait à gauche du courant : l'idée la plus simple, et celle qui se présenterait immédiatement à celui qui voudrait expliquer la direction constante du sud au nord, ne serait-elle pas d'admettre dans la terre un courant électrique, dans une direction telle que le nord se trouvât à gauche d'un homme qui, couché sur sa surface pour avoir la face tournée du côté de l'aiguille, recevrait ce courant dans la direction de ses pieds à sa tête, et d'en conclure qu'il a lieu, de l'est à l'ouest, dans une direction perpendiculaire au méridien magnétique?

Cette hypothèse devient d'autant plus probable qu'on fait plus attention à l'ensemble des faits connus; ce courant, s'il existe, doit être comparé à celui que j'ai montré dans la pile agir sur l'aiguille aimantée, comme se dirigeant de l'extrémité cuivre à l'extrémité zinc, quand on établissait un conducteur entre elles, et qui aurait lieu de même si, la pile formant une courbe fermée, elles étaient réunies par un couple semblable aux autres : car il n'y a probablement rien dans notre globe qui ressemble à un conducteur continu et homogène; mais les matières diverses dont il est composé sont précisément dans le cas d'une pile voltaïque formée d'élémens disposés au hasard, et qui, revenant sur elle-même, formerait comme une ceinture continue tout

autour de la terre. Des élémens ainsi disposés donnent moins d'énergie électrique sans doute que s'ils l'étaient dans un ordre périodiquement régulier ; mais il faudrait qu'ils fussent arrangés à dessein pour que, dans une série de substances différentes formant une courbe fermée autour de la terre, il n'y eût pas de courant dans un sens ou dans l'autre. Il se trouve que, d'après l'arrangement des substances de la terre, ce courant a lieu de l'est à l'ouest, et qu'il dirige par-tout l'aiguille aimantée perpendiculairement à sa propre direction. Cette direction trace ainsi sur la terre un parallèle magnétique, de manière que le pole de l'aiguille qui doit être à gauche du courant se trouve par-là constamment porté vers le nord, et l'aiguille dirigée suivant le méridien magnétique.

Je ferai remarquer, à ce sujet, que les effets produits par les piles de la construction anglaise, où l'on brûle un fil fin de métal même avec une seule paire dont le zinc et le cuivre plongent dans un acide, prouvent suffisamment que c'est une supposition trop restreinte de n'admettre l'action électro-motrice qu'entre les métaux, et de ne regarder le liquide interposé que comme conducteur. Il y a sans doute action entre deux métaux, Volta l'a démontré de la manière la plus complète ; mais est-ce une raison pour qu'il n'y en ait pas entre eux et d'autres corps, ou entre ceux-ci seulement ? Il y en a probablement dans le contact entre tous les corps qui peuvent conduire plus ou moins l'électricité sous une faible tension ; mais cette action est plus sensible dans les piles composées de métaux et d'acides étendus, tant parce qu'il paraît que ce sont les substances où elle se développe

avec le plus d'énergie, que parce que ce sont celles qui conduisent le mieux l'électricité.

Les divers arrangemens que nous pouvons donner à des corps non métalliques ne sauraient produire une action électro-motrice comparable à celle d'une pile voltaïque à disques métalliques séparés alternativement par des liquides, à cause du peu de longueur qu'il nous est permis de donner à nos appareils; mais une pile qui ferait le tour de la terre conserverait sans doute quelque intensité lors même qu'elle ne serait pas composée de métaux, et que les élémens en seraient arrangés au hasard; car sur une si grande longueur, il faudrait que l'arrangement fût fait à dessein pour que les actions dans un sens fussent exactement détruites par les actions dans l'autre.

Je crois devoir faire observer à ce sujet que des courans électriques dans un même corps ne peuvent être indépendans les uns des autres, à moins qu'ils ne fussent séparés par des substances qui les isoleraient complètement dans toute leur étendue, et encore, dans ce cas-là même, ils devraient influer les uns sur les autres, puisque leur action se transmet à travers tous les corps; à plus forte raison lorsqu'ils co-existent dans un globe dont toutes les parties sont continues, doivent-ils se diriger tous dans le même sens, suivant la direction que tend à leur donner la réunion de toutes les actions électro-motrices de ce globe. Je suis bien loin, au reste, de croire que ce soit seulement, dans ces actions, que réside la cause des courans électriques qui y sont indiqués par la direction que prend l'aiguille aimantée à chaque point de la surface de la terre; je crois, au contraire, que la cause principale en est toute différente,

comme j'aurai occasion de le dire ailleurs ; au reste, cette cause, dépendant de la rotation de la terre, donnerait en chaque lieu une direction constante à l'aiguille, ce qui est contraire à l'observation, je regarde donc l'action électro-motrice des substances dont se compose la planète que nous habitons, comme se combinant avec cette action générale, et en expliquant les variations à mesure que l'oxidation fait des progrès dans l'une ou l'autre région continentale de la terre.

Quant aux variations diurnes, elles s'expliquent aisément par le changement de température alternatif de ces deux régions pendant la durée d'une rotation du globe terrestre, d'autant plus facilement qu'on connaît depuis longtemps l'influence de la température sur l'action électro-motrice, influence sur laquelle M. Dessaignes a fait des observations très-intéressantes. Il faut aussi compter parmi les actions électro-motrices des différentes parties de la terre celle des minerais aimantés qu'elle contient, et qui doivent, comme nous l'allons voir, être considérés comme autant de piles voltaïques. L'élévation de température qui a lieu dans les conducteurs des courans électriques doit avoir lieu aussi dans ceux du globe terrestre. Ne serait-ce pas là la cause de cette chaleur interne constatée récemment par les expériences rapportées, dans une des dernières séances de l'Académie, par un de ses membres, dont les travaux sur la chaleur ont fait rentrer cette partie de la physique dans le domaine des mathématiques ? Et quand on fait attention que cette élévation de température produit, lorsque le courant est assez énergique, une incandescence permanente, accompagnée de la plus vive lumière, sans combustion ni

déperdition de substance, ne pourrait-on pas en conclure que les globes opaques ne le sont qu'à cause du peu d'énergie des courans électriques qui s'y établissent, et trouver dans des courans plus actifs la cause de la chaleur et de la lumière des globes qui brillent par eux-mêmes?

On sait qu'on expliquait autrefois par des courans les phénomènes magnétiques, mais on les supposait parallèles à l'axe de l'aimant, situation dans laquelle ils ne pourraient exister sans se croiser et se détruire.

Maintenant, si des courans électriques sont la cause de l'action directrice de la terre, des courans électriques seront aussi la cause de celle d'un aimant sur un autre aimant; d'où il suit qu'un aimant doit être considéré comme un assemblage de courans électriques qui ont lieu dans des plans perpendiculaires à son axe, dirigés de manière que le pole austral de l'aimant, qui se porte du côté du nord, se trouve à droite de ces courans, puisqu'il est toujours à gauche d'un courant placé hors de l'aimant, et qui lui fait face dans une direction parallèle, ou plutôt ces courans s'établissent d'abord dans l'aimant suivant les courbes fermées les plus courtes, soit de gauche à droite, soit de droite à gauche, et alors la ligne perpendiculaire aux plans de ces courans dévient l'axe de l'aimant, et ses extrémités en font les deux poles. Ainsi, à chacun des poles d'un aimant, les courans électriques dont il se compose sont dirigés suivant des courbes fermées concentriques; j'ai imité cette disposition autant qu'il était possible avec un courant électrique, en en pliant le fil conducteur en spirale : cette spirale était formée avec un fil de laiton et terminée par deux portions rectilignes de ce même fil, qui étaient renfermées dans deux tubes de

verre (1), afin qu'elles ne communiquassent pas entre elles, et pussent être attachées aux deux extrémités de la pile.

Suivant le sens dans lequel on fait passer le courant dans une telle spirale, elle est en effet fortement attirée ou repoussée par le pole d'un aimant qu'on lui présente de manière que la direction de son axe soit perpendiculaire au plan de la spirale, selon que les courans électriques de la spirale et du pole de l'aimant sont dans le même sens ou en sens contraire. En remplaçant l'aimant par une autre spirale dont le courant soit dans le même sens que le sien, on a les mêmes attractions et répulsions; c'est ainsi que j'ai découvert que deux courans électriques s'attiraient quand ils avaient lieu dans le même sens, et se repoussaient dans le cas contraire.

En remplaçant ensuite, dans l'expérience de l'action mutuelle d'un des poles d'un aimant et d'un courant dans un fil métallique plié en spirale, cette spirale par un autre aimant, on a encore les mêmes effets, soit en attraction, soit en répulsion, conformément à la loi des phénomènes connus de l'aimant; il est évident d'ailleurs que toutes les circonstances de ces phénomènes sont une suite nécessaire de la disposition des courans électriques dont ils se composent, d'après la manière dont ceux-ci s'attirent et se repoussent.

J'ai construit un autre appareil où le fil conducteur est plié en hélice autour d'un tube de verre; d'après la théorie que je me suis faite de ces sortes de phénomènes, ce conducteur doit présenter, quand on y fera passer le

(1) J'ai depuis changé cette disposition, comme je le dirai ci-après.

courant électrique, une action semblable à celle d'une aiguille ou d'un barreau aimanté, dans toutes les circonstances où ceux-ci agissent sur d'autres corps, ou sont mus par le magnétisme terrestre (1). J'ai déjà observé une partie des effets que j'attendais de l'emploi d'un conducteur plié en hélice, et je ne doute pas que plus on variera les expériences fondées sur l'analogie qu'établit la théorie entre cet instrument et un barreau aimanté, plus on obtiendra de preuves que l'existence des courans électriques dans les aimans est la cause unique de tous les phénomènes magnétiques.

Je ne pus achever la lecture que je fis à l'Académie de ce que je viens de transcrire, que dans la séance du 25 septembre; je terminai cette lecture par un résumé où je déduisais, des faits qui y étaient exposés, les conclusions suivantes :

1°. Deux courans électriques s'attirent quand ils se meuvent parallèlement dans le même sens; ils repoussent quand ils se meuvent parallèlement en sens contraire.

---

(1) Quand j'écrivais cela, je ne connaissais pas bien l'action exercée par les spires de l'hélice parallèlement à son axe, et je croyais qu'on pouvait la négliger, ce qui n'est pas; mais tout ce que je dis ici sera vrai si on l'entend d'une hélice où l'on ait détruit cette action par un courant rectiligne opposé, établi dans le tube de verre qu'elle entoure de ses spires, en sorte qu'il ne reste plus que l'action qu'exerce chaque spire dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'hélice, ainsi que je l'ai expliqué dans le premier paragraphe de ce Mémoire.

2°. Il s'ensuit que quand les fils métalliques qu'ils parcourent ne peuvent que tourner dans des plans parallèles, chacun des deux courans tend à amener l'autre dans une situation où il lui soit parallèle et dirigé dans le même sens.

3°. Ces attractions et répulsions sont absolument différentes des attractions et répulsions électriques ordinaires.

4°. Tous les phénomènes que présente l'action mutuelle d'un courant électrique et d'un aimant, découverts par M. OErsted, que j'ai analysés et réduits à deux faits généraux dans un Mémoire précédent, lu à l'Académie le 18 septembre 1820, rentrent dans la loi d'attraction et de répulsion de deux courans électriques, telle qu'elle vient d'être énoncée, en admettant qu'un aimant n'est qu'un assemblage de courans électriques qui sont produits par une action des particules de l'acier les unes sur les autres analogue à celle des élémens d'une pile voltaïque, et qui ont lieu dans des plans perpendiculaires à la ligne qui joint les deux poles de l'aimant.

5°. Lorsque l'aimant est dans la situation qu'il tend à prendre par l'action du globe terrestre, ces courans sont dirigés dans le sens opposé à celui du mouvement apparent du soleil; en sorte que quand on place l'aimant dans la situation contraire, afin que ceux de ses poles qui regardent les poles de la terre soient de même espèce qu'eux, les mêmes courans se trouvent dans le sens du mouvement apparent du soleil.

6°. Les phénomènes connus qu'on observe lorsque deux aimans agissent l'un sur l'autre rentrent dans la même loi.

7°. Il en est de même de l'action que le globe terrestre exerce sur un aimant, en y admettant des courans électriques dans des plans perpendiculaires à la direction de l'aiguille d'inclinaison, et qui se meuvent de l'est à l'ouest, au-dessous de cette direction.

8°. Il n'y a rien de plus à l'un des poles d'un aimant qu'à l'autre; la seule différence qu'il y ait entre eux est que l'un se trouve à gauche et l'autre à droite des courans électriques qui donnent à l'acier les propriétés magnétiques.

9°. Lorsque Volta eut prouvé que les deux électricités, positive et négative, des deux extrémités de la pile s'attiraient et se repoussaient d'après les mêmes lois que les deux électricités produites par les moyens connus avant lui, il n'avait pas pour cela démontré complètement l'identité des fluides mis en action par la pile et par le frottement; mais cette identité le fut, autant qu'une vérité physique peut l'être, lorsqu'il montra que deux corps, dont l'un était électrisé par le contact des métaux, et l'autre par le frottement, agissaient l'un sur l'autre, dans toutes les circonstances, comme s'ils avaient été tous les deux électrisés avec la pile ou avec la machine électrique ordinaire. Le même genre de preuves se trouve ici à l'égard de l'identité des attractions et répulsions des courans électriques et des aimans. Je viens de montrer à l'Académie l'action mutuelle de deux courans; les phénomènes anciennement connus relativement à celle de deux aimans rentrent dans la même loi; en partant de cette similitude, on prouverait seulement que les fluides électriques et magnétiques sont soumis aux mêmes lois, comme on l'admet depuis long-temps, et le seul chan-

gement à faire à la théorie ordinaire de l'aimantation serait d'admettre que les attractions et répulsions magnétiques ne doivent pas être assimilées à celles qui résultent de la tension électrique, mais à celles que j'ai observées entre deux courans. Les expériences de M. Œrsted, où un courant électrique produit encore les mêmes effets sur un aimant, prouvent de plus que ce sont les mêmes fluides qui agissent dans les deux cas.

Dans la séance du 9 octobre, j'insistai de nouveau sur cette identité de l'électricité et de la cause des phénomènes magnétiques, en montrant que l'aimant ne jouit des propriétés qui le caractérise que parce qu'il se trouve, dans les plans perpendiculaires à la ligne qui en joint les poles, la même disposition d'électricité qui existe dans le conducteur par lequel on fait communiquer les deux extrémités d'une pile voltaïque; disposition que j'ai désignée sous le nom de *courant électrique*, tout en insistant, dans les Mémoires que j'ai lus à l'Académie, sur ce que l'identité des parallèles magnétiques et des conducteurs d'une pile de Volta, que j'avais surtout en vue d'établir, était indépendante de l'idée, quelle qu'elle fût, qu'on se faisait de cette disposition électrique.

Pour démontrer cette identité par des expériences directes, expériences que je répétai à l'Académie des Sciences, dans la séance du 9 octobre, j'avais fait construire l'appareil dont j'ai déjà parlé dans le premier paragraphe de ce Mémoire, et qui est représenté ici pl. 1^re^, fig. 1^re^. Il est placé sur un socle *mn* auquel est attaché le cadre qui porte la cage de verre destinée à mettre tout l'appareil à l'abri des petites agitations de l'air. Au dehors de cette cage, j'ai placé quatre coupes en buis *R, S, T, U,*

pour y mettre du mercure dans lequel plongent des fils de laiton qui traversent le cadre sur lequel elle repose, et sont soudées aux quatre supports M, N, P, Q, dont les deux premiers portent le conducteur fixe AB, qu'on peut éloigner ou rapprocher de l'autre, en faisant glisser ces supports dans les fentes I, J, où on les fixe à volonté au moyen d'écrous placés sous le socle, et les deux autres P, Q sont terminées par les chapes en acier X, Y, assez grandes pour retenir les globules de mercure qu'on y place, et où plongent deux pointes d'acier attachées aux boîtes en cuivre E, F, dans lesquelles entrent les deux extrémités d'un tube de verre OZ portant à son milieu une autre boîte en cuivre à laquelle est soudé un tube de cuivre V dans lequel entre à frottement la tige d'un contre-poids H; cette tige est coudée, comme on le voit dans la figure, afin de faire varier la position du centre de gravité de toute la partie mobile de l'appareil, en faisant tourner la tige coudée sur elle-même dans le tube de cuivre. On peut approcher ou éloigner ces supports l'un de l'autre en les faisant glisser dans la fente KL, où on les fixe à la distance qu'on veut, à l'aide d'écrous placés sous le socle. Aux deux boîtes de cuivre E, F, sont soudées les deux extrémités du fil de laiton $ECDF$, dont la partie CD, parallèle à AB, est ce que j'ai nommé le *conducteur mobile*.

Quand on veut faire usage de cet appareil, après avoir fixé les deux supports P, Q, à une distance telle que les centres des chapes X, Y correspondent aux pointes d'acier portées par les boîtes E, F, et les supports M, N, à la distance des deux premiers qu'on juge la plus convenable; on place ces pointes d'acier dans les

chapes, et on fait tourner la tige du contre-poids H, dans le cylindre V, jusqu'à ce que le conducteur mobile reste de lui-même dans la position qu'on veut lui donner, les branches EC, FD, qui en font partie, étant à-peu-près verticales ; alors, si l'on veut mettre en évidence l'attraction des deux courans lorsqu'ils ont lieu dans le même sens, on établit, par un fil de laiton passant par-dessous l'instrument, et dont les extrémités se recourbent pour plonger dans deux des coupes de buis, telles que R et U ou S et T, la communication entre des extrémités opposées des deux conducteurs AB, CD, et on fait communiquer les deux coupes restantes avec les extrémités de la pile, par deux autres fils de laiton. Si c'est la répulsion qu'on se propose d'observer, il faut que le premier fil de laiton établisse la communication entre deux coupes telles que R et S ou T et U correspondantes à des extrémités des deux conducteurs situées du même côté, tandis qu'on fait communiquer avec les extrémités de la pile les deux coupes placées du côté opposé.

Ces coupes donnent, quand on le veut, le moyen de n'établir le courant électrique que dans un seul conducteur, en plongeant les deux fils partant des extrémités de la pile dans le mercure des deux coupes qui communiquent avec ce conducteur. Cette disposition de quatre coupe de buis arrangées de cette manière, se retrouvant dans plusieurs appareils déjà décrits ou qui me restent à décrire, je l'explique ici une fois pour toutes, et je me contenterai de les représenter dans les figures de ces instrumens, sans en parler dans le texte, pour éviter des répétitions inutiles.

Pour mettre dans tout son jour l'identité des courans des fils conjonctifs et de ceux que j'admets dans les aimans, je me suis procuré deux petites aiguilles fortement aimantées, garnies au milieu d'un double crochet en laiton, portant une flèche qui indique la direction du courant de l'aimant; j'ai fait représenter une de ces aiguilles de face, et l'autre de champ, à côté de la figure 1re. *ab* est l'aiguille, *cd* le double crochet, *ef* la flèche. Au moyen du double crochet, ces aiguilles s'adaptent, quand on veut les y placer, sur les conducteurs *AB*, *CD*, dans une situation où la ligne qui joint leurs poles est verticale, et où leurs courans, toujours parallèles aux conducteurs, sont à volonté dirigés dans le même sens ou dans des sens opposés. Voici l'usage de ces aiguilles : après avoir produit les attractions et répulsions entre les conducteurs *AB*, *CD*, en faisant passer dans tous deux le courant électrique, on ne le fait plus passer que dans l'un des deux, et on place sur l'autre une des aiguilles aimantées dans la situation que je viens d'indiquer, de manière que le courant que j'admets dans l'aiguille soit d'abord dans le même sens que celui qui avait lieu auparavant dans le conducteur auquel elle est adaptée; on voit alors que le phénomène d'attraction ou de répulsion, qu'offraient d'abord les deux conducteurs, continue d'avoir lieu en vertu de ce que j'ai nommé l'*action attractive ou répulsive* au commencement de ce paragraphe; on place ensuite la même aiguille de manière que son courant soit dirigé en sens contraire, et on obtient le phénomène inverse, en vertu de la même action, précisément comme si on avait changé la direction du courant que cette aiguille remplace, en

faisant communiquer, dans un ordre opposé à celui qui avait d'abord été établi, les deux extrémités de la pile avec celles du conducteur de ce courant.

Enfin, en ne faisant plus passer de courant électrique dans aucun des deux conducteurs, et en plaçant sur chacun une aiguille aimantée toujours dans la même situation verticale où son axe fait un angle droit avec le conducteur qui la porte, pour que ses courans soient encore parallèles à ce conducteur, on a de nouveau, d'après l'action connue de deux aimans l'un sur l'autre, les mêmes attractions et répulsions que quand des courans étaient établis dans les deux conducteurs, lorsque les courans des aiguilles sont tous deux dans le même sens, ou tous deux en sens contraire, relativement aux courans électriques qu'ils remplacent, et des phénomènes inverses quand l'un est dans le même sens et l'autre dans le sens opposé; le tout conformément à la théorie fondée sur l'identité des courans de l'aimant et de ceux qu'on produit avec la pile de Volta.

On peut aussi vérifier cette identité dans l'instrument représenté fig. 2. En remplaçant le conducteur fixe *AB* par un barreau aimanté situé horizontalement dans une direction perpendiculaire à celle de ce conducteur, et de manière que les courans de cet aimant soient dans le même sens que le courant électrique établi d'abord dans le conducteur fixe, on ne fait plus alors passer le courant que dans le conducteur mobile, et on voit que celui-ci tourne par l'action de l'aimant précisément comme il le faisait dans l'expérience où le courant était établi dans les deux conducteurs, et où il n'y avait point de barreau aimanté. C'est pour attacher ce barreau, que

j'ai fait joindre à cet appareil le support XY, terminé en Y par la boîte Z ouverte aux deux bouts où l'on fixe l'aimant dans la position que je viens d'expliquer au moyen de la vis de pression V.

Quant à l'appareil représenté figure 9, on voit par cette figure que les moyens de communication avec les extrémités de la pile, et le mode de suspension du conducteur mobile, étant à-peu-près les mêmes que dans celui qui est représenté dans la fig. 1re, ces deux instrumens ne diffèrent qu'en ce que, dans celui de la fig. 9, les deux conducteurs A, B sont pliés en spirale, et le conducteur mobile B suspendu à un tube de verre vertical CD. Ce tube est terminé inférieurement au centre de la spirale que forme ce conducteur, et reçoit dans son intérieur le prolongement du fil de laiton de cette spirale; ce prolongement arrivé en D, au haut du tube, y est soudé à la boîte de cuivre E, qui porte le tube de cuivre V où entre à frottement le contre-poids H, et une pointe d'acier L qu'on plonge dans le globule de mercure de la chape Y, tandis que l'autre extrémité du même fil de laiton, après avoir entouré le tube CD en forme d'hélice, vient se souder à la boîte de cuivre D, à laquelle s'attache l'autre pointe d'acier K destinée à être plongée aussi dans un globule de mercure placé dans la chape X. Ces deux chapes sont d'acier, afin de n'être point endommagées par le mercure; les pointes reposent sur leur surface concave comme dans l'instrument représenté fig. 1re.

Ce serait ici le lieu de parler d'un autre genre d'action des courans électriques sur l'acier, celle par laquelle ils lui communiquent les propriétés magnétiques, et de

montrer que toutes les circonstances de cette action, dont nous devons la connaissance à M. Arago, sont autant de preuves de la théorie exposée dans ce Mémoire relativement à la nature électrique de l'aimant; théorie dont il me semble qu'on peut dire que ces preuves complètent la démonstration. J'aurais aussi, pour ne rien omettre de ce qui est connu sur l'action mutuelle des fils conjonctifs et des aimans, à parler d'expériences très-intéressantes communiquées à l'Académie dans un Mémoire qu'un physicien plein de sagacité, M. Boisgiraud, a lu dans la séance du 9 octobre 1820. Une de ces expériences ne laisse aucun doute sur un point important de la théorie de l'action mutuelle d'un fil conjonctif et d'un aimant, en prouvant que cette action a lieu entre le fil conjonctif et toutes les tranches perpendiculaires à la ligne qui joint les deux poles du petit aimant sur lequel il agit, sans se développer avec une plus grande énergie sur les poles de cet aimant, comme il arrive lorsqu'on observe l'action que les divers points de la longueur d'un barreau aimanté exercent sur une petite aiguille. Mais les découvertes de M. Arago ont été exposées par lui-même dans ce journal, et j'espère que M. Boisgiraud publiera bientôt ses expériences, et que j'aurai occasion, dans un second Mémoire (1) où je m'occuperai de la théorie mathématique des phénomènes que présentent les courans électriques, d'en déduire, comme preuves de l'exactitude de cette théorie, les conséquences qui découlent naturellement des faits qu'il a observés.

---

(1) Comme ce que j'ai à dire sur l'action mutuelle de deux aimans se compose bien moins de faits nouveaux que de calculs par lesquels on ramène cette action à celle de deux courans électriques, j'ai cru devoir renvoyer à ce second Mémoire, le paragraphe où je me proposais d'examiner dans celui-ci les lois suivant lesquelles elle s'exerce, et de montrer que ces lois sont une suite nécessaire de la cause que je lui ai assignée dans les conclusions que j'ai lues à l'Académie le 25 septembre dernier.

NOTE *sur des Essais ayant pour but de décomposer l'eau avec un aimant.*

PAR Mr A. FRESNEL.

LORSQU'ON voit un courant électrique aimanter un cylindre d'acier en parcourant une hélice métallique qui l'enveloppe, il est naturel d'essayer si un barreau aimanté ne peut pas reproduire un courant voltaïque dans l'hélice enveloppante ; non que cela paraisse, au premier abord, une conséquence nécessaire des faits ; car si l'état d'aimantation de l'acier n'était, par exemple, qu'un nouvel arrangement de ses molécules, ou une distribution particulière d'un fluide, on conçoit que ce nouvel état pourrait bien ne pas reproduire le mouvement qui l'a établi. J'ai cru néanmoins qu'il n'était pas inutile de tenter cette expérience.

A cet effet, j'ai enveloppé un barreau aimanté d'une hélice en fil de fer (1). J'avais choisi le fer, parce qu'il s'oxide facilement dans l'eau ; j'ai aussi employé du fil de laiton, mais sans succès, même lorsque l'eau était acidulée : j'observais, à la vérité, dans ce cas, une oxidation lente, mais au même degré sur les deux extrémités du fil.

J'avais eu soin d'isoler l'hélice de l'aimant en recouvrant de soie celui-ci, de peur que la tension électrique produite dans l'hélice ne fût détruite par le contact avec ce barreau métallique, sur la surface duquel l'élec-

---

(1) Il est inutile d'expliquer ici pourquoi l'hélice est la forme la plus favorable au succès de l'expérience. Je renvoie, à ce sujet, au beau Mémoire de M. Ampère, qui, le premier, a pensé à adopter cette courbe, pour augmenter l'action des courans galvaniques sur l'acier, et qui a essayé, par un appareil semblable à celui que je viens de décrire, la réaction d'un aimant sur une hélice, en jugeant, à l'aide d'une aiguille aimantée, de l'existence du courant galvanique, lorsque, de mon côté, je faisais une expérience analogue en cherchant à décomposer l'eau par ce même courant.

tricité aurait pu courir alors dans le sens de sa longueur.

Mes trois premières expériences avec du fil de fer m'ont paru présenter une confirmation frappante de mes conjectures, et j'ai eu l'honneur d'annoncer à l'Académie des Sciences, dans la séance du 6 novembre, que je venais d'obtenir des signes assez certains de l'action galvanique des aimans. Mais j'ai observé depuis des anomalies nombreuses dont je n'ai pu découvrir la cause, et qui me font regarder comme très-douteux maintenant ce qui m'avait paru certain d'abord. Ce qui m'avait le plus frappé dans ma seconde expérience, où j'avais vu l'extrémité du fil qui devait jouer le rôle de fil positif s'oxider fortement, tandis que l'autre extrémité conservait son éclat métallique, était la permanence de cet état pendant une semaine entière. L'extrémité négative s'était couverte d'une espèce de poussière blanche que j'avais prise d'abord pour des bulles naissantes, mais qui, vue au microscope, m'a présenté un dépôt salin que je soupçonne être du sulfate de chaux; car l'eau que j'avais employée en contenait un peu : c'est sans doute ce léger dépôt qui a préservé pendant si longtemps de l'oxidation l'extrémité du fil sur laquelle il s'est formé. Dans trois ou quatre expériences que j'ai faites avec l'eau distillée, j'ai toujours vu les deux extrémités du fil de fer s'oxider l'une et l'autre, et la différence qu'on pouvait y remarquer était tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre. Sans doute, si j'avais obtenu des résultats constans avec l'eau chargée d'un peu de plâtre, j'aurais été en droit d'en conclure l'existence du courant galvanique, malgré les anomalies que présentait l'eau distillée, qui est mauvais conducteur de l'électricité ; mais avec l'eau ordinaire, j'ai observé des variations très-considérables dans ces phénomènes, et même des résultats tout-à-fait inverses, quoique, à la vérité, en moindre nombre que les résultats favorables. Si donc l'aimant produit un courant galvanique dans l'hélice enveloppante, il est assez faible pour que ses effets soient souvent masqués par des causes accidentelles très-légères, ou du moins telles que je n'ai pu jusqu'à présent les découvrir et les écarter à volonté.

Ce qui me fait le plus douter maintenant que les résultats des premières expériences soient dus à l'action de l'aimant, c'est que des appareils beaucoup plus puissans que j'ai employés depuis n'ont pas offert moins d'anomalies dans leur action sur l'eau; et c'est, à mon avis, une forte objection contre les conjectures qui m'avaient suggéré ces expériences; car la cause augmentant, l'effet devrait augmenter aussi.

J'ai peine à croire, par la même raison, au succès des tentatives que Ritter avait faites depuis long-temps pour décomposer l'eau par l'action magnétique; car, en disposant plusieurs aimans de manière à former une pile galvanique (suivant son hypothèse), il n'a pas pu produire de résultats plus saillans que ceux qu'il avait obtenus avec un seul aimant.

Puisque je viens de parler des expériences de Ritter, je crois devoir observer ici qu'elles ne ressemblent à celles que j'ai tentées que par l'application d'un aimant et d'un fil de fer à la décomposition de l'eau, et qu'elles en diffèrent beaucoup dans les dispositions des appareils: ceux que j'ai employés m'étaient indiqués par des considérations tellement différentes que, si j'avais réussi dans mes essais, j'aurais dû obtenir à volonté, soit le dégagement de l'hydrogène, soit l'oxidation sur la même extrémité du fil, selon que l'hélice aurait été *dextrorsùm* ou *sinistrorsùm*; tandis que, d'après l'hypothèse et les expériences de Ritter, ce changement de forme n'en doit point apporter dans les résultats.

A l'aide de mon appareil le plus puissant composé de six barreaux fortement aimantés, j'ai essayé de charger un excellent condensateur; mais je n'ai pu obtenir aucune trace d'électricité. A la vérité, les électromètres dont je me suis servi n'avaient pas toute la sensibilité que j'aurais desirée pour une expérience de ce genre.

J'ai employé ensuite un électroscope d'une autre nature, et qui est le plus sensible de tous; c'était une grenouille fraîchement écorchée. En mettant une des extrémités de l'hélice en contact avec une feuille d'étain sur laquelle reposaient ses cuisses, et l'autre extrémité en contact avec une feuille d'étain qui enveloppait ses nerfs

lombaires, j'ai remarqué des convulsions ; mais je les obtenais également et au même degré d'intensité, à ce qu'il m'a semblé, en substituant à l'appareil magnétique un simple arc de fil de fer. Lorsqu'une extrémité de ce fil de fer, au lieu de poser sur l'enveloppe métallique des nerfs lombaires, les touchait immédiatement, les convulsions étaient beaucoup plus fortes ; c'est qu'alors elles étaient excitées par l'action galvanique d'un arc composé de deux métaux différens, l'étain en contact avec les cuisses et le fer qui touchait aux nerfs. Ainsi, le courant électrique dans l'hélice de l'appareil magnétique (si toutefois il en existait un) était beaucoup plus faible que celui produit par le simple contact du fer et de l'étain.

Je dois ajouter, de la part de M. Ampère, que les petits mouvemens que lui avait montrés une aiguille aimantée lorsqu'il en approchait un circuit de fil de laiton dont une partie était pliée en hélice autour d'un aimant, ne se sont pas répétés d'une manière constante, et qu'ils étaient d'ailleurs si faibles, qu'il n'aurait pas publié cette expérience si le succès de la mienne, qu'il croyait certain, ne l'avait persuadé que ces petites agitations étaient occasionées aussi par un courant électrique résultant de l'action de l'aimant sur l'hélice dont il était enveloppé.

Note *sur le Magnétisme de la pile de* Volta.

Dans la séance du 30 octobre 1820, MM. Biot et Savart ont lu, à l'Académie des Sciences, un Mémoire dont l'objet est de déterminer, par des mesures précises, les lois physiques suivant lesquelles les fils de métal mis en communication avec les deux poles de l'appareil voltaïque agissent sur les corps aimantés. Les expériences ont été faites en suspendant à des fils de cocon des lames rectangulaires ou des fils cylindriques d'acier trempé, aimantés par la méthode de la double touche, et observant les durées de leurs oscillations, ainsi que leurs positions d'équilibre, lorsqu'ils étaient suspendus à diverses distances et dans des directions diverses relative-

ment au fil de métal par lequel les deux poles de la pile étaient unis. L'action du magnétisme terrestre était tantôt combinée avec celle de ce fil, tantôt compensée et détruite par l'action opposée d'un aimant artificiel placé à distance. L'appareil employé était à auges, et de dix couples d'un décimètre carré en surface. Les observations étaient combinées suivant une méthode d'alternatives qui corrigeait les variations progressives qu'il pouvait éprouver. Les temps étaient mesurés par un excellent chronomètre à demi-secondes et à double arrêt de MM. Bréguet.

A l'aide de ces procédés, MM. Biot et Savart ont été conduits au résultat suivant qui exprime rigoureusement l'action éprouvée par une molécule de magnétisme austral ou boréal placée à une distance quelconque d'un fil cylindrique très-fin et indéfini, rendu magnétique par le courant voltaïque. Par le point où réside cette molécule, menez une perpendiculaire à l'axe du fil : la force qui sollicite la molécule est perpendiculaire à cette ligne et à l'axe de fil. Son intensité est réciproque à la simple distance. La nature de son action est la même que celle d'une aiguille aimantée qui serait placée sur le contour du fil dans un sens déterminé et toujours constant par rapport à la direction du courant voltaïque ; de sorte qu'une molécule de magnétisme boréal et une molécule de magnétisme austral en seraient sollicitées en sens contraire, quoique toujours suivant la même droite déterminée par la construction précédente.

Au moyen de cette loi des forces, on peut prévoir et calculer en nombres tous les mouvemens imprimés par le fil conjonctif aux aiguilles aimantées, quelque soit la direction de ce fil par rapport à elles. On peut également en déduire, d'après les lois ordinaires de l'action magnétique, le sens et l'espèce d'aimantation qu'il pourra imprimer à des fils d'acier ou de fer qui seraient exposés à son action d'une manière permanente dans une direction donnée par rapport à sa longueur.

Corrections à faire dans le Cahier précédent.

Page 59, ligne dernière : *au lieu de*, cette action, *lisez*, l'action électromotrice.

Page 60, ligne 7 : *au lieu de*, l'action électromotrice, *lisez*, cette action.

Page 62, ligne 3 : au lieu de, *voltaïques*, lisez, *des courans électriques*.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	761,57	+13,8	85	761,54	+19,5	65	762,60	+15,0	95	766,23	+ 9,8	93	+19,5	+ 8,0	Quelques éclaircies.	S. O.
2	769,40	+10,5	79	769,26	+14,6	63	768,97	+14,4	71	769,44	+ 9,0	80	+14,6	+ 6,8	Nuageux.	O.
3	769,17	+11,2	82	768,80	+13,0	61	768,55	+13,8	51	769,08	+ 8,8	68	+13,8	+ 6,8	Très-nuageux.	N. O.
4	766,50	+ 8,9	75	765,34	+11,5	49	763,20	+13,2	40	763,03	+ 9,0	59	+13,3	+ 5,8	Quelques nuages.	N. E. fort.
5	761,66	+ 9,2	74	761,43	+13,0	64	760,44	+14,1	57	760,90	+ 9,0	80	+14,1	+ 6,0	Nuageux.	N. E.
6	761,32	+10,5	72	760,92	+13,0	69	759,50	+17,8	55	759,88	+11,1	83	+17,8	+ 5,0	Beau.	E.
7	760,52	+11,8	82	759,20	+15,8	70	758,32	+17,3	62	758,75	+12,3	85	+17,3	+ 6,0	Très-nuageux.	E.
8	759,48	+ 8,8	95	759,43	+13,4	81	759,00	+15,0	76	759,88	+10,9	93	+15,0	+ 7,2	Brouillard épais.	E.
9	760,93	+ 8,4	93	760,35	+12,4	75	759,78	+12,2	67	760,20	+ 7,0	96	+12,4	+ 6,6	Très-nuageux.	N.
10	759,06	+ 7,2	96	758,37	+10,2	77	757,81	+13,2	61	756,40	+ 8,7	81	+13,2	+ 7,0	Nuageux.	N.
11	754,70	+ 7,8	84	754,35	+12,0	66	753,34	+14,2	51	754,72	+ 9,0	65	+14,2	+ 3,9	Beau.	N. O.
12	757,14	+ 8,1	88	757,16	+12,4	60	757,24	+11,5	60	758,05	+10,0	76	+12,4	+ 4,6	Très-nuageux.	N.
13	758,34	+ 9,0	81	757,95	+12,5	58	757,10	+10,9	51	756,90	+ 8,8	62	+12,5	+ 7,5	Couvert, brouillard.	N.
14	752,30	+ 8,1	73	750,04	+12,5	59	747,32	+15,5	51	744,60	+13,2	90	+15,5	+ 3,8	Voilé.	S. E.
15	741,09	+14,0	95	739,92	+18,5	80	741,40	+19,0	63	742,22	+15,3	92	+19,0	+14,0	Pluie.	S. O. très fort.
16	744,30	+13,2	66	743,73	+15,2	57	743,26	+11,0	78	744,04	+ 9,7	87	+15,2	+ 9,5	Nuageux.	S. O. fort.
17	739,80	+13,1	75	738,15	+14,8	60	737,62	+14,5	55	738,30	+10,9	92	+14,8	+ 9,8	Nuageux.	S. O. fort.
18	734,75	+12,1	80	734,27	+13,5	75	734,17	+12,9	65	737,90	+ 7,7	86	+13,5	+ 7,2	Couvert.	S.
19	742,84	+10,2	85	744,10	+11,5	75	744,68	+11,0	67	744,47	+ 8,2	80	+12,8	+ 8,2	Pluie par intervalles.	O.
20	737,20	+ 9,6	84	738,45	+12,1	55	738,40	+12,1	53	739,02	+ 9,6	81	+12,1	+ 7,5	Nuageux.	S. O. fort.
21	744 10	+ 9,5	85	746,35	+12,5	65	746,90	+12,5	52	749,32	+ 8,0	87	+12,5	+ 6,1	Quelques éclaircies.	S O.
22	740,50	+ 7,2	87	742,32	+ 9,7	77	735,62	+ 8,8	89	732,70	+ 9,5	90	+10,0	+ 3,1	Couvert.	S. très-fort.
23	738,53	+10,1	72	740,54	+11,5	70	741,62	+11,2	62	742,45	+ 8,5	80	+11,5	+ 7,7	Nuageux.	O. N. O.
24	734,48	+12,8	90	736,70	+15,1	80	729,58	+12,2	74	730,80	+ 8,2	91	+15,1	+ 7,5	Très-nuageux.	S. O. fort.
25	736,70	+ 9,0	86	738,65	+11,0	68	739,70	+11,2	62	743,85	+ 8,2	90	+11,2	+ 5,4	Couvert.	O.
26	747,84	+ 8,2	86	745,37	+ 9,8	75	742,10	+ 9,2	93	740,56	+10,0	93	+10,0	+ 5,0	Couvert.	S. fort.
27	741,25	+11,0	77	741,54	+12,2	65	741,43	+11,0	70	744,35	+ 8,5	77	+12,2	+ 8,5	Nuageux.	S. O. fort.
28	750,22	+ 7,2	70	751,07	+10,1	64	751,42	+11,0	56	753,32	+ 6,2	76	+11,0	+ 5,1	Nuageux.	O.
29	751,07	+ 7,5	92	748,56	+10,0	70	745,90	+ 8,5	77	744,88	+ 7,5	97	+10,0	+ 6,2	Couvert.	S. fort.
30	749,45	+ 6,5	95	750,40	+ 8,5	87	750,75	+ 8,8	89	751,00	+ 7,7	92	+ 8,8	+ 6,5	Couvert et brumeux.	S. S. O.
31	745 40	+ 7,8	92	743,32	+10,8	70	740,85	+10,0	69	737,04	+ 8,5	98	+10,8	+ 7,0	Nuageux.	E. N. E.
1	762,86	+ 9,9	83	762,45	+13,6	67	761,72	+14,6	63	762,38	+ 9,6	82	+15,1	+ 6,5	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	746,25	+10,8	81	745,83	+13,5	64	745,45	+13,3	59	746,02	+10,1	81	+14,2	+ 7,6	Moyenn. du 11 au 20.	Terrasse, 4,974
3	744,14	+ 8,8	84	743,53	+11,0	72	742,35	+10,4	72	742,75	+ 8,2	88	+11,1	+ 6,2	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 6,020
	750,89	+ 9,8	83	750,38	+12,-	6?	750,50	+12,-	6?	750,14	+ 9,3	84	+13,4	+ 6,7	Moyennes du mois,	+ 10,1.

SUITE

Des Recherches sur la Composition des prussiates ou des hydro-cyanates ferrugineux.

Par J. Berzélius.

III. *Sur l'Hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque.*

Pour apprendre à connaître avec plus de certitude la nature des hydro-cyanates ferrugineux, j'ai examiné aussi la composition de celui d'ammoniaque. Il me parut d'abord probable qu'elle pouvait donner des éclaircissemens sur la vraie nature de l'ammoniaque. Si, par exemple, ce sel se laissait réduire en un cyanure de fer et de la substance métallique qui amalgame le mercure, lorsqu'on décompose l'ammoniaque moyennant la pile électrique, et qu'il fût possible de se procurer ce sel exempt d'eau, ou, ce qui revient au même, sans oxigène, il est évident que, dans ce cas, ce serait un cyanure double et qu'il serait facile de conclure si le radical métallique de l'ammoniaque est composé d'un atome d'azote et de 4 atomes d'hydrogène, comme il paraît résulter des expériences de MM. Thenard et Gay-Lussac, ou bien s'il consiste en un atome de nitricum et en 6 atomes d'hydrogène, comme j'ai hasardé de le conjecturer. Dans le premier cas, ce sel devrait paraître composé de cyanure de fer et d'hydro-cyanate d'ammoniaque ; et l'hydrogène attribué à l'acide hydro-cyanique serait en effet l'atome additionnel d'hydrogène qu'il faut pour métalliser l'ammoniaque. Dans le second cas, au contraire, il ne devrait y avoir d'autre

hydrogène que celui qui fait partie intégrante de l'ammoniaque : mais il y a encore un troisième cas, c'est celui où cette combinaison consisterait en hydro-cyanate de protoxide de fer et en hydro-cyanate d'ammoniaque, et qu'elle ne pût point laisser partir l'hydrogène et l'oxigène qui transforment le cyanure de fer en hydro-cyanate, sans se décomposer entièrement en même temps; et malheureusement c'est là le vrai état de la chose.

Les expériences pour déterminer lequel de ces cas a lieu ne sont ni difficiles ni sujettes à donner des résultats équivoques. L'hydro-cyanate doit contenir 4 atomes d'ammoniaque sur 1 atome de fer, puisque l'oxigène présupposé dans cet alcali doit être le double de celui que le fer absorbe pour devenir protoxide. Par conséquent, dans le premier cas, le sel détruit par le feu doit laisser 27.53 centièmes de son poids d'oxide rouge de fer, dans le second, 31,18, et dans le troisième, 25.9. La plus grande difficulté attachée à cette expérience, c'était d'obtenir le sel ammoniacal pur, parce que le bleu de Prusse du commerce ne le donne que très-mélangé. Avec d'autres substances, il se décompose continuellement par l'évaporation. J'ai donc préparé du cyanure de plomb et de fer, que j'ai décomposé moyennant de l'ammoniaque caustique. Le liquide a été évaporé dans le vide, et j'ai ensuite pulvérisé le sel, et l'ai séché de nouveau dans le vide pour en séparer toute eau mécaniquement renfermée.

Pour déterminer si ce sel contient de l'eau, je l'ai chauffé dans une petite cornue faite à la lampe, et j'ai reçu les produits de la distillation dans un long tube, afin que, par la différence de leur volatilité, ils se lo-

geassent à des distances différentes de la partie chauffée de l'appareil. Par le premier effet de la chaleur, le sel devint vert au fond de la cornue, de l'eau apparut dans le tube, et une odeur d'hydro-cyanate d'ammoniaque se fit sentir à l'extrémité ouverte du tube. La couleur verdâtre fut bientôt remplacée par une couleur jaune-grisâtre, qui ressemblait assez à celle du sel pulvérisé avant son exposition à la chaleur. La couche jaunâtre augmenta d'épaisseur, et en même temps une couche verdâtre très-mince qui séparait la première d'avec le sel encore non attaqué se leva peu à peu vers la surface où enfin elle disparut, laissant le sel entièrement changé en une masse jaune-grisâtre. Pendant cette décomposition, l'eau continua toujours à se former et à se déposer en gouttelettes dans les parties du tube voisines de la cornue. Une grande quantité d'hydro-cyanate d'ammoniaque se dégagea en même temps, et lorsque ce sel eut chassé l'air atmosphérique de l'appareil, il commença à cristalliser à quelque distance de l'eau, de manière que l'intérieur du tube fut entièrement tapissé de ses cristaux. L'eau, d'abord limpide, devint peu à peu jaunâtre, et ensuite brunâtre plus près du sel ammoniacal cristallisé, par une décomposition spontanée que subit l'hydro-cyanate d'ammoniaque. Ce dernier ne contenait point d'eau chimiquement combinée, puisqu'il était cristallisé en forme de petites tables rectangulaires et en prismes rectangulaires, qui sont la forme ordinaire de ce sel lorsqu'on le prépare avec du gaz ammoniaque et de l'acide hydrocyanique anhydre. La masse jaunâtre dans la cornue était du cyanure de fer, dont cependant la partie inférieure avait commencé à se décomposer, avant que la

partie supérieure ne fût entièrement privée d'eau et d'hydro-cyanate d'ammoniaque. En continuant la chaleur, le cyanure de fer prit une couleur plus foncée, devint brun et enfin noir, en dégageant du gaz azote. Pour m'assurer que la décomposition était achevée, je plongeai la petite cornue au milieu des charbons ardens pour la faire rougir; mais, à ma grande surprise, la masse charbonneuse prit feu avec vivacité, comme si l'on eût introduit du gaz oxigène dans la cornue. Une petite quantité de cyanure de fer non encore décomposé dégagea du gaz azote avec une telle rapidité qu'une partie de la masse fut jetée dans le col de la cornue. Après le refroidissement, celle-ci contenait une masse pulvérulente, noire, dont le poids était 25,25 cent. du poids de l'hydro-cyanate employé. Cette substance, chauffée à la flamme d'une lampe, prit feu et continua à brûler comme de l'amadou, mais sans fumée ni odeur, laissant pour résidu de l'oxide de fer, dont le poids était exactement celui de la masse noire avant la combustion.

Dans une autre expérience, je chauffai l'hydro-cyanate sur une lampe à esprit-de-vin, prenant la précaution de ne pas la chauffer assez pour occasioner la déflagration qui eut lieu dans l'expérience précédente; mais en continuant la chaleur aussi long-temps qu'un dégagement de gaz fût perceptible, les produits de la distillation passèrent par un tube où il y avait du muriate de chaux, et on recueillit les gaz sur du mercure. Le résidu charbonné pesait 26.3 $\frac{o}{o}$, et donnait par sa combustion, dans un vaisseau ouvert, exactement 26.3 p. d'oxide rouge de fer. Il brûla comme auparavant, mais sans que la défla-

gration sus-mentionnée eut lieu à la température qu'il fallait pour l'allumer. Le muriate de chaux avait gagné 9,7 centièmes du poids de l'hydro-cyanate. Chauffé, il exhala d'abord beaucoup d'hydro-cyanate d'ammoniaque, ensuite du gaz ammoniaque, et enfin, de l'eau fortement imprégnée de cet alcali. Dans cette expérience, la quantité d'eau obtenue ne se laissa point déterminer, mais elle prouve cependant que le sel ne peut contenir plus d'eau que celle qui transforme le cyanure de fer en hydro-cyanate; car autrement le muriate de chaux aurait dû gagner beaucoup plus. Dans les gaz, il n'y avait point de trace d'acide carbonique. J'y introduisis de l'eau de chaux, qui en absorba une grande quantité sans se troubler. Le liquide contenait ensuite beaucoup d'hydro-cyanate d'ammoniaque. Le gaz non absorbé par l'eau, était du gaz azote. L'explication de ces phénomènes est très-simple : l'hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque est décomposé par la chaleur, et donne de l'hydro-cyanate d'ammoniaque, du cyanure de fer et de l'eau. La couleur verte qui se développe pendant la distillation paraît tenir à la formation d'une petite quantité de bleu de Prusse qui commence toujours la décomposition de ce sel, même dans son état dissous. Quand on augmente la chaleur, le cyanure de fer se décompose, l'azote s'en dégage, et le carbone reste combiné avec le fer. Comme le cyanure de fer contient, sur un atome de fer, quatre atomes de carbone, le même rapport doit se retrouver dans le carbure qui en résulte. Or, en comparant le poids de 4 atomes de carbone avec celui de 3 atomes d'oxigène, on trouve que le premier est 301,66, et le dernier 300, de manière que lorsque

le quadri-carbure de fer est changé en oxide rouge de ce métal, son poids ne doit changer que d'un millième, qui est trop peu pour avoir pu être observé dans des expériences faites sur une échelle aussi petite, comme les miennes. Quant à la déflagration, j'aurai occasion d'y revenir par la suite.

J'ai essayé, à différentes reprises, d'exposer de l'hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque à des températures élevées bien lentement, pour voir s'il ne serait pas possible d'en séparer l'eau, avec conservation de l'hydro-cyanate d'ammoniaque, c'est-à-dire, de réduire ce sel à la composition présupposée par le premier cas sus-mentionné; mais je n'y ai point réussi. L'eau et l'hydro-cyanate se dégagent toujours ensemble, et le sel devient vert. Même, lorsqu'après un fort desséchement il donna pour résidu après sa combustion jusqu'à 28,5 pour cent d'oxide de fer, il produisit encore de l'eau par la distillation, de manière qu'en le séchant je n'avais fait que commencer sa décomposition, qui, au reste, est facilitée par la grande tension de l'hydro-cyanate d'ammoniaque et par la propension de l'hydro-cyanate de fer à former du bleu de Prusse.

IV. *Bleu de Prusse.*

J'ai préparé cette substance en instillant une solution de cyanure de potassium et de fer dans du muriate d'oxide de fer, auquel j'avais préalablement ajouté de l'acide en excès. J'ai bien lavé et séché le précipité. Le bleu de Prusse retient l'humidité hygrométrique avec une si grande force que l'acide sulfurique ne l'en prive

pas dans le vide, et je ne doute pas que ce sel desséché n'aie la propriété de faire geler l'eau dans le vide, tout aussi-bien que l'acide sulfurique et quelques autres substances.

J'ai mis du bleu de Prusse dans un verre cylindrique, que j'ai plongé dans un petit bain de sable. Au milieu du bleu de Prusse, j'ai mis la boule d'un thermomètre, et j'ai chauffé le bain de sable graduellement jusqu'à ce que le thermomètre montrât + 135°. Le bleu ne parut changé en rien et ne donna aucune odeur d'acide hydro-cyanique ou d'hydro-cyanate d'ammoniaque. J'ai ensuite transporté le bain de sable ainsi chauffé dans le vide, avec de l'acide sulfurique, et je l'ai laissé refroidir. Une portion du bleu de Prusse, ainsi séché a été pesée aussi vitement que possible, et ensuite allumée au bord. Elle a continué à brûler d'elle-même comme de l'amadou, en donnant une fumée qui se condensait sur un entonnoir renversé au-dessus : c'était du carbonate d'ammoniaque. 100 parties de ce bleu de Prusse ont laissé pour résidu 60.14 p. d'oxide rouge de fer, qui ne contenait pas de potasse.

L'on sait que lorsqu'on précipite une dissolution de protoxide de fer par du prussiate de fer et de potasse, il se forme une combinaison blanche et insoluble qui contient de la potasse, et qui, en absorbant de l'oxigène, devient bleue. Il est de même connu qu'un sel à base de protoxide, qui absorbe de l'oxigène sans qu'il y ait en même temps une augmentation d'acide, prend un excès de base. Le bleu de Prusse, produit par l'oxidation du précipité blanc, ne peut donc pas être une combinaison neutre.

J'ai ajouté une dissolution de muriate de deutoxide de fer neutre à une solution de cyanure de fer et de potassium, et j'ai laissé le mélange exposé à l'air jusqu'à ce qu'il devînt bleu. Le liquide, qui contenait encore du cyanure non décomposé, garda la neutralité; ce qui fournit la preuve qu'il n'y avait pas de potasse mise en liberté, et que par conséquent la combinaison bleue n'avait pas pris une quantité d'acide proportionnelle à la capacité de la base, qui venait d'augmenter par l'oxidation.

Le bleu de Prusse ainsi préparé jouit de propriétés, qu'il ne possède pas lorsqu'on le prépare autrement, et qui peuvent devenir de quelque utilité dans les arts. Il est soluble dans l'eau pure, mais non pas dans une eau qui contient une certaine portion d'un sel quelconque. C'est par une telle raison qu'il se dissout dans l'eau lorsqu'on veut le laver, et que la plus grande partie des matières salines en est séparée. Une solution bleue claire passe alors par le filtre; mais elle précipite de nouveau le bleu de Prusse si elle tombe dans le liquide qui a déjà passé. Si, à cette époque, on sèche le bleu de Prusse sur du papier, il prend l'aspect d'une substance extractive, et il se redissout de nouveau lorsqu'on y ajoute de l'eau pure. La dissolution bleue se laisse évaporer à sec, sans que le bleu de Prusse perde sa solubilité. Pour le séparer des sels étrangers, je me suis servi d'une dissolution de sel ammoniac, je l'ai édulcoré avec une petite quantité d'eau, jusqu'à ce que celle-ci commençât à se colorer, et j'ai ensuite séché le précipité par pression entre du papier. La dissolution bleue se précipite par une addition d'acide muriatique, mais le préci-

pité n'a point perdu sa solubilité dans de l'eau pure. L'alcool ne trouble point le liquide bleu. Cette solubilité du bleu de Prusse n'est pas toujours la même. Quelquefois tout le précipité, devenu bleu par l'oxidation dans l'air, est soluble; d'autres fois, une plus ou moins grande partie reste non dissoute. L'ébullition ne change rien dans sa solubilité. Cette propriété, d'une substance qui sous d'autres rapports est si insoluble, paraît être de la même nature que la solubilité des oxides d'étain et de titane, et que celle de la silice, qui sont évidemment d'une autre nature que la solubilité, par exemple, des sels. Comme une addition d'acide ne prive point le bleu de Prusse de sa solubilité dans l'eau pure, il est clair que celle-ci ne dépend point d'un excès de base.

Pour comparer ces phénomènes avec ceux qui ont lieu avec quelques autres sels insolubles à base de protoxide de fer, j'ai examiné les changemens produits par l'oxidation dans quelques-uns de ces derniers. Une grande partie d'entre eux, ou se conserve sans altération, ou devient jaune par la formation d'un sel avec du deutoxide en excès. Mais il y en a deux, savoir, le phosphate et l'arséniate du protoxide de fer (dont les acides se combinent avec les bases, d'après une autre loi que les autres acides), qui, en absorbant de l'oxigène de l'atmosphère, changent leur couleur blanche en une couleur plus foncée, et forment des sels à excès de base, différens tant des sels du protoxide que de ceux du deutoxide. Le phosphate devient bleu; on le trouve même dans la nature, en partie bleu, en partie blanc; mais, dans ce dernier cas, il devient bleu à l'air, en peu de jours. L'arséniate, au contraire, devient vert foncé. Les

deux variétés de l'arséniate paraissent se trouver aussi dans la nature. Le sel neutre a été trouvé nouvellement en Saxe : on l'a appelé *scorodite ;* c'est un sel qui contient de l'eau et qui a la couleur du sulfate de protoxide de fer : l'autre est connu depuis long-temps, c'est le fer arséniaté cubique.

Il y a cependant une différence essentielle entre ces sels et le bleu de Prusse. Ils ne forment point de sels doubles avec d'autres bases, et lorsqu'on les décompose par de la potasse caustique, ils ne donnent point d'hydrate de deutoxide de fer, comme le bleu de Prusse. Au contraire, la potasse, en s'emparant de leurs acides, laisse une substance noire comme du charbon, qui ne contient point d'eau combinée, et qui se conserve beaucoup mieux, pendant qu'on la lave, que ne ferait le protoxide : c'est cette combinaison du deutoxide avec le protoxide que j'ai appelée *oxidum ferroso-ferricum*, et il est à présumer que la composition de ces sels se laisse exprimer par :

$$\ddot{Fe}\,\dot{P}^{2} + 2\,\dddot{Fe}\,\dot{P}^{2} \text{ et par } \ddot{Fe}\,\dot{As}^{2} + \dddot{Fe}\,\dot{As}^{2}.$$

Rien ne me parut donc plus probable que de considérer le bleu de Prusse comme une combinaison entièrement analogue. Sa production, moyennant une double décomposition, devait donc détruire la neutralité des deux sels qui le forment, et il devait se développer de l'acide libre.

J'ai donc préparé une solution de muriate neutre de deutoxide de fer, et après avoir déterminé par une analyse exacte le rapport de l'acide à l'oxide de fer, pour m'assurer de sa neutralité, je l'ai ajoutée, goutte à

goutte, dans une solution de cyanure de fer et de potassium, qui ne changeait point la couleur du tournesol. Lorsque la plus grande partie du cyanure fut décomposée, je laissai subsister le précipité. En examinant le liquide clair, il était tout aussi neutre que dans le commencement, de manière que le précipité fut une combinaison aussi neutre que les substances employées pour l'obtenir. Je continuai ensuite d'y ajouter du muriate de deutoxide de fer, jusqu'à ce que celui-ci fût en excès. Le liquide avait alors acquis la propriété de rougir faiblement le tournesol, comme cela devait avoir lieu par son excès de muriate ajouté. Le bleu de Prusse produit dans cette expérience ne peut donc être qu'un hydro-cyanate double où l'oxigène du deutoxide est le double de celui du protoxide.

J'analysai ensuite du bleu de Prusse ainsi préparé, en le faisant digérer avec un excès de potasse caustique. L'oxide de fer non dissous a été séparé et lavé (1), et le liquide alcalin, qui avec le protoxide du bleu décomposé avait formé du cyanure de fer et de potassium, a été décomposé par une addition de sublimé corrosif moyennant une digestion continuée pendant quelques heures. L'oxide de fer, précipité par ce procédé, a été lavé et chauffé à une très-forte chaleur pour en séparer l'oxide de mercure qui s'était déposé avec lui. L'oxide de fer, séparé du bleu de Prusse par la potasse, était à celui séparé moyennant le sublimé corrosif, comme 30 à 22.

---

(1) Par une expérience faite préalablement, je m'assurai que l'oxide de fer ainsi obtenu ne contient point d'acide hydro-cyanique.

En cas que le bleu de Prusse fût analogue au phosphate et à l'arséniate précités, les deux poids de l'oxide de fer auraient dû être dans le rapport de 2 : 1. J'ai donc répété l'expérience avec du bleu de Prusse, lavé, mais non pas séché, pour que le desséchement ne le changeât pas, et les deux poids ainsi obtenus étaient 70.5 p. d'oxide de fer, séparées par la potasse, et 52 p. précipitées par la digestion avec le sublimé corrosif. Ces rapports n'étant ni comme 1:2 ni comme 2:3, j'ai cru devoir examiner si la potasse caustique ne décompose pas en quelque manière le cyanogène ; j'ai donc analysé du bleu de Prusse en le faisant long-temps digérer avec du bi-carbonate de potasse. La décomposition a été complète, le bi-carbonate a laissé 31 p. d'oxide de fer. La dissolution jaunâtre a été sur-saturée avec de l'acide nitrique, évaporée à sec, et la masse, séchée, a été poussée à un feu rouge. En la reprenant par de l'eau, celle-ci a laissé non dissoutes 23 p. d'oxide de fer. Tous ces nombres s'accordent bien entre eux, et les deux portions d'oxide de fer obtenues à chaque expérience sont entre elles dans le rapport de 3 atomes d'oxide de fer et 4 atomes du même oxide, c'est-à-dire, $=2935.29:3913.72$. L'analyse prouve donc d'une manière décisive que, dans le bleu de Prusse préparé de cette manière, l'oxide de fer contient deux fois l'oxigène du protoxide, et que par conséquent sa composition est proportionnelle à celles des autres cyanures ou hydro-cyanates ferrugineux ; tout comme cela se démontre aussi par la conservation de la neutralité des substances d'où l'on fait précipiter le bleu de Prusse.

Mais qu'est-ce donc que la masse bleue qui se produit

par l'oxidation de l'hydro-cyanate blanc de fer? Cette combinaison ne peut pas être neutre, puisqu'elle ne trouve point d'acide pour se saturer, et elle ne peut non plus contenir de l'oxide de fer en forme d'un mélange mécanique; d'abord, parce que je l'ai vu souvent se dissoudre entièrement dans l'eau, et ensuite parce que l'hydrate de l'oxide de fer doit verdir sa belle couleur bleue, tout comme cela a lieu si le liquide dans lequel elle se forme contient un excès de sel martial.

Les expériences que j'ai faites pour analyser le bleu de Prusse moyennant la combustion ne m'ont point donné un résultat aussi décisif que je m'y étais attendu. Une portion de bleu de Prusse séchée à une assez forte chaleur donna par la combustion 58 pour cent de son poids d'oxide de fer. Une autre portion du même bleu de Prusse, pesée un instant après l'autre, a été brûlée avec de l'oxide de cuivre, avec les mêmes précautions dont j'ai fait mention plus haut. 0.25 gr. de bleu de Prusse ont donné 0.049 gr. d'eau, 84.39 centimètres cubes de gaz acide carbonique, et 42.129 c. m. c. de gaz azote, mesurés à la pression de $0^{m},76$, et à la température de 0^{o}. Ces volumes sont équivalens à 0,0456 gr. de carbone et 0.0531 gr. d'azote, ou à 0.0978 gr. de cyanogène. Le bleu de Prusse employé contenait 0.1006 gr. de fer métallique, qui, pour devenir cyanure, absorberait 0.09718 gr. de cyanogène, ce qui s'accorde assez bien avec le résultat obtenu. Mais si on additionne ensemble les poids du fer, du cyanogène et de l'eau, on aura 0.2483, ou presque la quantité précise du bleu de Prusse employé, sans qu'il ne reste rien pour l'oxigène de l'oxide de fer, qui a dû excéder l'hydrogène de l'acide hydro-

cyanique, au cas que la combinaison aurait été avec excès de base.

J'ai répété cette même expérience avec un bleu de Prusse précipité d'une solution neutre de muriate de deutoxide de fer, et séché dans le vide, sans employer la chaleur. Il laissa pour résidu, après sa combustion, 54.66 pour cent de son poids d'oxide rouge de fer. 0.25 gr. brûlés avec de l'oxide de cuivre ont donné 84.59 c. m. c. de gaz acide carbonique, et 42.29 c. m. c. de gaz azote, équivalens à 0,0978 gr. de cyanogène. Ici, 0.0947 p. de fer ont été combinées avec 0.0978 p. de cyanogène, ce qui s'approche de nouveau si près du résultat obtenu auparavant, que le petit excès de cyanogène peut fort bien n'être qu'une erreur d'observation. En ajoutant les 0.059 p. d'eau au fer et au cyanogène, il en résulte la somme de 0,2515, qui excède le poids employé de la petite quantité de 0.0015 d'un gramme. Aucune de ces expériences n'a donné le rapport du fer au cyanogène tel qu'il devait être d'après les expériences sus-mentionnées faites par la voie humide, et laissent par conséquent encore une incertitude quant à la vraie nature de cette substance.

J'ai traité du bleu de Prusse, nouvellement préparé, avec de l'acide muriatique pour en ôter tout excès de base, et après l'avoir bien lavé, je l'ai mêlé avec de l'eau pure, dans laquelle j'ai fait entrer un courant de gaz hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que l'eau fût saturée de ce gaz; j'ai ensuite bien bouché le flacon, et j'ai laissé réagir ces deux substances l'une sur l'autre pendant quelques jours. Le bleu de Prusse a pris une couleur bleue plus claire, et a fini par devenir d'un blanc sale. Le

liquide était devenu blanchâtre par du soufre précipité; je l'ai ensuite séparé de la masse blanche, et j'ai laissé évaporer le gaz hydrogène sulfuré excédant en l'exposant à l'air. Ce liquide avait alors la propriété de rougir le tournesol, et de précipiter en bleu les sels à base de deutoxide de fer. Le gaz hydrogène sulfuré en réduisant le deutoxide de fer du bleu de Prusse à l'état de protoxide, en avait donc séparé la portion de l'acide hydrocyanique, par laquelle le deutoxide se trouvait neutralisé, tout comme cela a lieu avec tout autre sel neutre à base de deutoxide, que le gaz hydrogène sulfuré réduit à l'état de sel à base de protoxide. Il faut cependant observer que le liquide acide en question ne contenait point d'acide hydro-cyanique pur; il contenait encore du fer : c'était l'acide prussique ferrugineux, sur lequel je reviendrai par la suite.

La masse, devenue blanche par l'action du gaz hydrogène sulfuré, reprit à l'air une couleur bleue, et devint en même temps en partie soluble dans l'eau pure. La dissolution bleue, traitée de nouveau par du gaz hydrogène sulfuré, déposa une matière noire, ne devint plus acide, et n'acquit plus la propriété de précipiter en bleu les solutions du deutoxide de fer. De même, la partie insoluble du bleu régénéré devint noire par le gaz hydrogène sulfuré. Ces expériences prouvent donc qu'il y a effectivement deux combinaisons bleues, dont l'une est neutre, et composée de 3 atomes d'hydro-cyanate de protoxide sur 4 atomes de celui du deutoxide de fer, c'est-à-dire que le dernier contient deux fois autant d'oxigène et d'acide que le premier. L'autre paraît être composée d'un atome d'hydro-cyanate de protoxide et de

2 atomes de sous-hydro-cyanate de deutoxide de fer, c'est-à-dire, d'une manière analogue au phosphate bleu de fer et à l'arséniate vert de ce même métal.

Il est évident que les phénomènes produits par les cyanures métalliques, ainsi que par les hydro-cyanates, ne peuvent être expliqués que par une théorie analogue à celle qui a été proposée pour les muriates par MM. Gay-Lussac et Thenard, et qui a ensuite été adoptée et développée par M. Davy, et cette analogie des phénomènes présentés par les cyanures est sans doute une circonstance bien favorable à cette théorie.

Il paraît s'ensuivre des expériences sus-mentionnées que les cyanures des radicaux très-électro-positifs, c'est-à-dire, des métaux alcaligènes, ne décomposent point l'eau et ne forment point des hydro-cyanures. Les bases plus faibles, par exemple, la glucine (1), l'ammoniaque, la plupart des oxides métalliques, au contraire, donnent des hydro-cyanates qui, lorsqu'on les expose à une température élevée, ou ne se transforment point en cyanures, ou ne les forment pas, sans qu'une partie de leur cyanogène ne soit décomposée par l'oxigène des bases, et sans qu'il ne se forme en même temps de l'acide car-

---

(1) La glucine donne un hydro-cyanate soluble qui, réduit par l'évaporation, donne un vernis transparent, souvent bleuâtre. On l'obtient par la double décomposition du sulfate de glucine et du cyanure de plomb et de fer. Il y a aussi un hydro-cyanate ferrugineux d'alumine. A l'état de neutralité, il est peu soluble ; mais avec excès d'acide, on peut l'obtenir dissous On le prépare avec l'hydrate d'alumine et l'acide prussique ferrugineux.

bonique, de l'ammoniaque et des carbures métalliques. A l'exception de l'hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque, il paraît que lorsqu'une des bases se trouve à l'état d'hydrocyanate, l'autre l'est aussi, de manière qu'il n'y a pas de combinaison d'un cyanure avec un hydro-cyanate. Quand les cyanures se combinent avec une quantité de base additionnelle, il paraît que le cyanure se change en hydro-cyanate, et que le tout devient un sous-hydro-cyanate; tel est probablement l'état de la combinaison du cyanure de mercure avec l'oxide de mercure.

Mais avant de quitter ces observations, je dirai quelques mots sur l'acide appelé *acide hydro-cyanique ferrugineux*, et que l'on a considéré comme un acide particulier dont le fer serait un élément. Cette combinaison est produite lorsqu'un acide plus fort s'empare de la seconde base d'un hydro-cyanate ferrugineux; alors toute la quantité de l'acide hydro-cyanique se concentre sur le protoxide de fer, et il en résulte un hydro-cyanate avec excès d'acide, dans lequel le protoxide de fer est combiné avec trois fois autant d'acide que dans le sel neutre. Tout ce que je viens de rapporter plus haut sur la nature des cyanures et des hydro-cyanates ferrugineux parle en faveur de cette manière d'envisager cette substance acide. Porrett a décrit deux méthodes d'obtenir cet acide, dont l'une est de décomposer le cyanure de fer et de barium par de l'acide sulfurique, et l'autre de décomposer le cyanure de fer et de potassium moyennant une dissolution d'acide tartrique dans l'alcool. On laisse ensuite le liquide à une évaporation spontanée, et on en obtient des cristaux. Aucune de ces méthodes ne donne le sur-hydro-cyanate de fer à

l'état de pureté. Je l'ai préparé de la manière suivante : j'ai pris du cyanure de fer et de plomb bien lavé, mais non pas encore séché, et je l'ai décomposé sous l'eau par un courant de gaz hydrogène sulfuré, jusqu'à ce que le liquide contînt ce dernier en excès ; je l'ai filtré tout de suite, et je l'ai évaporé dans le vide de la manière ordinaire. Mais comme le gaz hydrogène sulfuré gâte la machine pneumatique, j'ai ensuite pris la précaution de décomposer l'hydrogène sulfuré par l'addition d'une petite quantité de cyanure de fer et de plomb. Le liquide filtré se maintient limpide et incolore dans le vide, et il laisse enfin une substance d'un blanc de lait et opaque, qui ne présente aucun signe de cristallisation. Cette matière blanche a les propriétés suivantes : elle se dissout dans l'eau, à laquelle elle communique un goût acide agréable et pur, mais qui après a quelque chose d'astringent. Au contact de l'air, elle dépose du bleu de Prusse et prend une couleur verdâtre. Elle est sans odeur, si elle n'a point commencé à se décomposer. Exposé à l'ébullition, le liquide dégage de l'acide hydro-cyanique, et dépose une poudre blanche qui devient bleue au contact de l'air. Il faut le faire bouillir quelque temps avant qu'il ne soit entièrement décomposé. Le liquide, à demi décomposé par l'ébullition, m'a paru avoir un goût plus astringent ; je ne dirai pas s'il se forme ici un hydro-cyanate de fer avec un plus petit excès d'acide. Si on sature l'eau froide avec le sur-hydro-cyanate sec, et qu'on laisse ensuite cette dissolution à elle-même, elle donne des petits cristaux transparens et incolores, qui paraissent contenir de l'eau de cristallisation, mais dont je n'ai point pu déterminer la forme. Les cristaux

s'arrangent en groupes composés de rayons concentriques. Les rayons m'ont paru être des prismes quadrilatérales. Si l'on me permet ici une conjecture, je dirai que ces cristaux sont un hydro-cyanate dans lequel l'eau remplace la seconde base auprès du protoxide de fer. La substance blanche obtenue par l'évaporation dans le vide paraît ne pas contenir de l'eau, ou, pour mieux dire, paraît être le sur-hydro-cyanate du protoxide de fer sans eau de cristallisation ; car, si on le distille dans un petit appareil convenable, il donne d'abord de l'acide hydro-cyanique, ensuite du carbonate d'ammoniaque et du prussiate d'ammoniaque. La production d'ammoniaque, dans cette expérience, prouve que ce qui reste après l'acide hydro-cyanique, qui se dégage le premier, doit être un hydro-cyanate et non pas un cyanure, parce que, dans ce dernier cas, il n'aurait donné que de l'acide hydro-cyanique et du gaz azote. On peut garder cette substance sans altération dans des vaisseaux bien bouchés ; mais dans l'air elle se décompose peu à peu, devient d'abord verdâtre, ensuite bleue, et finit par être entièrement transformée en bleu de Prusse.

V. *Sur la décomposition des hydro-cyanates par l'exposition à une température élevée dans des vaisseaux fermés.*

Il est évident, par ce que je viens de dire plus haut, que plusieurs cyanures doivent, lorsqu'on les expose au feu dans des vaisseaux clos, se comporter autrement qu'on ne l'a cru jusqu'à présent.

J'ai examiné quelques-uns d'entre eux sous ce rap-

port, et je crois pouvoir tirer de mes expériences des conclusions pour toute la classe des cyanures.

1. *Cyanure de fer et de potasse.* Je l'ai chauffé dans un petit appareil arrangé de manière à pouvoir recueillir les gaz qui se développent. A une température voisine du rouge, il entre en fusion, et avant cette époque, il ne donne rien de gazéiforme ou de volatil. Mais lorsqu'il est bien rouge de feu, il se remplit de petites bulles qui se dégagent à de longs intervalles, et il se maintient dans cet état, même à la température où le verre se ramollit. Pendant le refroidissement, il a une couleur jaune foncée; mais il est presque sans couleur lorsqu'il a repris la température de l'atmosphère. Dissous dans l'eau, il laisse une petite quantité de quadri-carbure de fer en flocons noirs, et la dissolution réagit comme un alcali, et sent l'acide hydro-cyanique. Le gaz recueilli m'a présenté tous les caractères du gaz azote. L'explication de ces faits est que le cyanure de fer commence, à une certaine température, à se décomposer en quadri-carbure de fer et en gaz azote. Le cyanure de potasse séparé du cyanure de fer ainsi décomposé donne avec de l'eau de l'hydro-cyanate de potasse, d'où dérivent la réaction alcaline et l'odeur hydro-cyanique.

2. *Le cyanure de fer et de barium*, traité de la même manière, se décompose plus facilement à la température rouge, donne abondamment du gaz azote, et laisse pour résidu un mélange de cyanure de barium et de quadri-carbure de fer. L'eau en extrait de l'hydro-cyanate de baryte et laisse le carbure. La décomposition est ordinairement si parfaite, que la dissolution ne donne

plus de bleu avec les dissolutions de deutoxide de fer ; mais on obtient un liquide d'un beau rouge pourpre et un précipité également rouge. Cette combinaison rouge a été observée pour la première fois par M. Vauquelin ; il l'obtint en traitant le deutoxide de fer par de l'acide hydro-cyanique. Celle obtenue de la manière décrite ici ne fut point précipitée par l'ammoniaque, et après avoir été évaporée à sec, elle était de nouveau soluble en partie par l'eau. Une autre partie parut décomposée et changée en une masse verdâtre.

3. *Le cyanure de fer et de calcium* se décompose encore plus facilement que celui de barium. Comme il retient plus d'eau relativement à son volume que celui-ci, il donne des gouttelettes d'eau et un peu de carbonate et d'hydro-cyanate d'ammoniaque. Vers la fin, lorsque la température devient rouge, on y voit se manifester le phénomène d'une faible combustion analogue à celle observée plus haut sur l'hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque.

4. *Cyanure de fer et de plomb.* S'il contient encore de l'humidité, on obtient de l'hydro-cyanate d'ammoniaque qui se décompose bientôt et devient brun. A la température rouge, il commence à dégager du gaz azote, et ne donne rien autre chose. Quand le dégagement de gaz est fini, si on plonge la cornue au milieu du feu, il s'y produit une déflagration très-vive. Si on parvient à cette température avant que le cyanure ne soit décomposé, le dégagement de gaz azote se fait pendant la déflagration avec une rapidité telle, qu'une partie de la masse charbonnée en est enlevée.

En cas que toute l'eau ait été séparée du cyanure avant le commencement de l'expérience, la masse restante est un carbure double, composé d'un atome de quadri-carbure de fer et de 2 atomes de quadri-carbure de plomb, $Fe\,C^4 + 2\,Pb\,C^4$. Si, d'un autre côté, le cyanure contient de l'eau, une partie du carbone du cyanogène est convertie en acide carbonique aux dépens de l'eau, et il y a un déficit de carbone dans le quadri-carbure de plomb. On a prétendu que la masse restante, après la distillation du cyanure de fer et de plomb, était une espèce de pyrophore : c'est une erreur due probablement à cette circonstance, que les carbures ainsi obtenus prennent aisément feu à une température moins élevée que celle qu'il faut pour allumer plusieurs autres corps. Ainsi, si on brise la cornue avant que l'intérieur du contenu ne soit refroidi, il prend feu et continue à brûler comme de l'amadou.

5. *Bleu de Prusse.* Du bleu de Prusse traité par de l'acide muriatique et ensuite lavé, a été séché à la température de + 150°, et ensuite distillé. Il a donné d'abord de l'eau pure, puis un peu d'hydro-cyanate d'ammoniaque, et ensuite une grande quantité de carbonate d'ammoniaque, mais toujours suivi d'humidité. Après la sublimation des substances volatiles, j'ai plongé la cornue au milieu des charbons brûlans, et il s'est produit dans la cornue un feu vif et brillant, comme avec l'hydro-cyanate de fer et d'ammoniaque.

50.7 p. de la masse noire qui resta dans la cornue ont été brûlées sur une petite capsule de porcelaine tarée, et ont laissé 54.86 p. d'oxide de fer rouge. Ce rapport du poids du carbure de fer à celui de l'oxide s'accorde par-

faitement avec un tri-carbure de fer $Fe\,C^3$; car, d'après le calcul, 50.7 p. de tri-carbure de fer doivent donner 54.89 p. d'oxide rouge de ce métal. Comme l'eau accompagne les produits de la décomposition du bleu de Prusse depuis le commencement jusqu'à la fin, il est évident que l'affinité du fer pour le carbone le maintient à un degré de carburation déterminé, et que par conséquent la proportion de carbone dans le carbure de fer obtenu par la distillation du bleu de Prusse n'est point une circonstance accidentelle.

6. *Hydro-cyanate de fer et de cuivre.* Cette combinaison contient de l'eau, outre celle qui la transforme en hydro-cyanate. Elle donne par la distillation beaucoup d'eau, du carbonate, de l'hydro-cyanate d'ammoniaque et du gaz azote. Le phénomène de feu se laisse produire dans la masse, mais il faut pour cela une température très-élevée, et encore il n'est pas très-brillant. La masse restante est noire, et possède les caractères extérieurs de celles dont nous venons de parler. Elle s'allume aisément et continue à brûler d'elle-même. 27.7 p. de carbure ont produit 28.9 p. des deux oxides, tous les deux au *maximum* d'oxigénation. Les nombres s'accordent avec une combinaison d'un atome de quadri-carbure de fer et de 2 atomes de bi-carbure de cuivre, c'est-à-dire, $Fe\,C^4 + 2\,Cu\,C^2$.

7. *Hydro-cyanate de fer et de cobalt.* Si cet hydro-cyanate est bien séché, il ne donne, au point de l'ébullition du mercure, qu'un peu d'eau, de carbonate et d'hydro-cyanate d'ammoniaque. Sa couleur verte foncée change en même temps et devient d'un vert plus clair. A une température plus élevée, il noircit, donne du gaz

azote, et finit par une déflagration. La masse noire paraît être $Fe\,C^4 + 2\,Co\,C^4$, mais dont une petite quantité de carbone a été accidentellement perdue par la présence d'une portion indéterminée d'humidité adhérente.

8. *Le cyanure du mercure* a été tant étudié par M. Gay-Lussac que je n'ai rien à y ajouter, sinon que la masse charbonneuse qui reste après la distillation de ce cyanure est due à ce que pendant la distillation il se forme un carbure de mercure, qui est cause que l'on obtient toujours le cyanogène mêlé avec du gaz azote. C'est ce carbure qui rend la masse noire, et enfin, lorsqu'on l'expose à une température très-élevée, le mercure se volatilise et le charbon reste.

Il y a même un cyanure double de fer et de mercure, ou plutôt un hydro-cyanate double de protoxide de fer et de deutoxide de mercure. On l'obtient en instillant une solution de sublimé corrosif dans une solution de cyanure de fer et de potassium. Il en résulte un précipité blanc. Mais il se décompose, tant par l'ébullition, qui fait dissoudre le cyanure de mercure, en laissant non dissous celui de fer, que par le contact avec l'air, qui fait passer le cyanure de fer à l'état de bleu de Prusse. Ainsi, je n'ai pu me le procurer en forme sèche.

9. *Le cyanure de fer et d'argent* devient bleuâtre par un peu trop de chaleur durant son desséchement. C'est un cyanure et non pas un hydro-cyanate. Distillé, il donne d'abord du cyanogène, et ensuite, lorsque le cyanure de fer commence à se décomposer, il donne du gaz azote. Le phénomène du feu s'y manifeste à une température plus basse que chez les autres. La masse restante

est un mélange d'argent métallique et de quadri-carbure de fer, dont on peut extraire l'argent en le triturant bien avec du mercure.

Je crois que les conclusions suivantes se laissent tirer de ces expériences, savoir :

a) Que les cyanures des métaux alcaligènes conservent leur cyanogène à une température très-élevée, mais que le cyanure de fer combiné avec eux se décompose, donne du gaz azote et laisse du quadri-carbure de fer.

b) Les cyanures des autres métaux non réductibles se sont décomposés par une température élevée. Ceux qui peuvent être entièrement privés d'eau donnent, comme le cyanure de fer, du gaz azote, et se changent en un quadri-carbure double. Ceux, au contraire, qui conservent leur état d'hydro-cyanates jusqu'à ce que la décomposition commence perdent une certaine quantité de leur carbone, et le carbure qui reste contient le fer en forme de quadri-carbure ; mais l'autre métal se trouve carburé à un degré inférieur, par exemple, en forme de tri-carbure ou de bi-carbure.

c) Les métaux réductibles perdent le cyanogène sans retenir le carbone ; mais il est probable que quelques-uns d'entre eux peuvent, à une température plus élevée, partager le carbone avec le carbure de fer.

Les combinaisons du carbone avec les métaux ont jusqu'ici fort peu attiré l'attention des chimistes. On a bien trouvé que des métaux réduits par du carbone retiennent toujours une petite portion de ce corps, par lequel leurs propriétés sont plus ou moins altérées. Mais le carbone ainsi absorbé par les métaux est le plus souvent en une quantité si petite que son rapport aux propor-

tions chimiques ne se laisse point déterminer. Nous avons jusqu'à présent ignoré les carbures métalliques d'une composition proportionnelle à celle des sulfures, des arséniures, etc., ainsi qu'à celle des carbonates. Il est évident que ceux que nous venons d'apprendre à connaître appartiennent à cette dernière classe de combinaisons; car la décomposition des cyanures au feu est entièrement déterminée par l'affinité du carbone avec les métaux; s'il en était autrement, le cyanogène ou resterait combiné avec eux, comme, par exemple, avec les métaux alcaligènes, ou il s'en séparerait non décomposé, comme cela a lieu avec les métaux réductibles *per se*.

Dans les expériences précédentes, nous avons vu non-seulement des bi-, tri- et quadri-carbures, mais nous avons encore découvert des carbures doubles analogues aux sulfures et aux arséniures doubles, dont l'intérieur de notre globe nous fournit de si nombreux exemples. L'existence de ces carbures doubles dépend probablement de la même affinité que celle qui donne origine aux cyanures doubles.

En distillant des sels végétaux à base métallique, on obtient de même des carbures métalliques que l'on a considérés en général comme des mélanges de charbon et de métal; mais il est bien certain que, dans un grand nombre de cas, sinon dans tous, ces résidus sont des carbures métalliques à un degré déterminé de carburation, et que la quantité de carbone qui se trouve dans les produits volatils de la distillation est en partie déterminée par l'affinité du métal pour cet élément.

Le phénomène igné qui se manifeste dans la plupart des expériences sus-mentionnées est une addition inté-

ressante à ceux que nous ont déjà présentés quelques antimoniates métalliques, la gadolinite, l'hydrate de zircone, ainsi que les oxides de chrôme, de rhodium et de fer. Ce feu paraît provenir d'une combinaison entre le fer et le carbone plus intime que celle qui avait lieu dans le cyanure, et qui ne se fait qu'à une chaleur rouge. Chaque élévation soudaine de température qui se manifeste dans ces coprs doit alors nécessairement paraître en forme d'une éruption de feu.

Pour ceux qui n'ont pas encore fait attention à ce phénomène singulier, je rapporterai ici une expérience très-facile à répéter. On précipite une dissolution de sulfate ou de muriate de deutoxide de fer moyennant de l'ammoniaque caustique ajoutée en petit excès, pour prévenir que l'oxide de fer ne précipite avec lui un peu d'acide en forme d'un sous-sel. On lave bien l'oxide et on le sèche. On le chauffe ensuite lentement dans un petit creuset de platine, à la flamme d'une bonne lampe à esprit-de-vin jusqu'à ce que le creuset commence à rougir, et que par conséquent l'eau et l'ammoniaque en soient chassées. On pousse alors le feu subitement au rouge; les morceaux d'oxide de fer commencent à augmenter de volume; on y voit par-ci par-là un petit mouvement; tout-à-coup ils prennent feu, et une intense ignition les parcourt d'un bout à l'autre. L'oxide ne perd ni ne gagne rien par ce phénomène, et s'il change de poids, c'est toujours une diminution occasionée parce qu'on ne l'avait pas laissé assez long-temps à une chaleur modérée pour perdre toute la quantité d'eau et d'ammoniaque, qu'il avait retenue. Après avoir subi cette combustion apparente, l'oxide de fer est

devenu plus difficilement soluble dans les acides ; il se laisse cependant dissoudre par une digestion continuée avec de l'acide muriatique concentré ; mais alors, si on le précipite de nouveau, le feu se reproduit sous les mêmes circonstances.

J'ai déjà, dans un autre endroit (1), parlé de ce phénomène et des conjectures qu'on peut faire, quant à sa cause. Si, lors de la décomposition des cyanures, on élevait trop tôt la température, le phénomène du feu coïnciderait avec le dégagement du gaz azote, et il paraîtrait que l'un ne devrait pas exister sans l'autre, tout comme nous savons que chez le sur-oxide d'hydrogène, ainsi que chez celui du radical muriatique (l'oxide du chlore), le feu et le dégagement du gaz oxigène sont l'effet d'un même instant. Chez les cyanures, ce phénomène se partage, comme nous venons de le voir, en deux périodes, celle de la décomposition du cyanure, et celle de l'ignition du carbure de fer restant. Cette circonstance donne un nouvel appui à l'opinion que de même que chez les sur-oxides la décomposition ignifère est composée de deux momens, dont l'un consiste dans le dégagement d'une portion d'oxigène, et l'autre dans une union plus intime avec celle qui reste, et que, par conséquent, une exception à notre expérience générale, comme celle que la séparation de deux corps simples devait être accompagnée de feu, tout comme la combinaison des élémens les plus forts, ne doit pas exister.

---

(1) *Essai sur la Théorie des proportions chimiques, etc.* Paris, 1819. Page 81.

I. *Sur la combinaison des Cyanures avec l'Acide sulfurique.*

Les cyanures, traités par de l'acide sulfurique concen-
é, s'y dissolvent plus ou moins, sans se décomposer.
eux de fer et de potasse, de fer et de barium, s'y dis-
olvent sans résidu, et donnent des solutions incolores
ui peuvent soutenir une chaleur bien au-dessus de
+ 100°, sans se décomposer. D'autres changent d'as-
ect; une très-petite quantité est dissoute par l'acide
ulfurique; la plus grande partie reste non dissoute;
nais elle est à présent combinée avec l'acide, et jouit
le propriétés nouvelles. Lorsqu'on verse de l'acide
ulfurique sur un cyanure en poudre, le mélange
'échauffe souvent considérablement, le cyanure aug-
mente de volume, devient pulpeux, et, s'il est so-
luble dans l'acide, il disparaît peu à peu, et le mélange
devient liquide. Il faut un grand excès d'acide sulfurique
pour dissoudre même les plus solubles. Si à cette dis-
solution on ajoute un peu d'eau, elle se trouble et dépose
une partie de ce qu'elle tenait dissous, c'est-à-dire, une
partie de la combinaison du cyanure avec l'acide sulfu-
rique. Si on ajoute beaucoup d'eau à la fois, la com-
binaison du cyanure avec l'acide est décomposée, et on
obtient du sur-hydro-cyanate de fer, en un sur-sulfate
de l'autre base, ou si le cyanure est insoluble, il reparaît
avec ses caractères ordinaires.

Si on laisse la dissolution acide d'un cyanure exposée à
l'air, elle en attire peu à peu l'humidité, et la nouvelle
combinaison dissoute se dépose à mesure, tantôt en forme
cristalline, tantôt en poudre. D'un autre côté, si l'on

chauffe la dissolution d'un cyanure dans l'acide sulfurique, on arrive enfin à une température où il se fait une effervescence, le cyanure se décompose, et une grande quantité de gaz se dégage avec rapidité. Ce gaz est un mélange de gaz acide sulfureux, de gaz acide carbonique et de gaz azote. La masse restante contient des sur-sulfates des bases employées et d'ammoniaque.

M. Thomson prétend qu'à cette occasion un gaz nouveau devait être formé, et que ce gaz est composé d'hydrogène, de carbone et d'oxigène, dont il a déterminé les proportions, à ce qu'il paraît, avec soin. Il a de plus donné le poids spécifique de ce gaz, et mesuré la contraction de ses élémens au moment de leur union. J'ai répété les expériences de M. Thomson, d'après la prescription un peu vague qu'il donne pour la préparation de ce gaz. Du gaz que j'ai obtenu, 0,348 p. ont été absorbées par le sur-oxide noir de plomb, et 0,25 p. par de la potasse caustique. Le reste, qui contenait l'air atmosphérique de l'appareil avant le commencement de l'opération, et le gaz azote qui n'était pas converti en ammoniaque, ne se laissait point enflammer par l'étincelle électrique, ni seul, ni mélangé avec du gaz oxigène en différentes proportions. L'eau de chaux n'en a pas été troublée du tout, et même, lorsque j'ajoutai du gaz hydrogène et fis enflammer le gaz mélangé, l'eau de chaux resta limpide.

J'ai décomposé de la même manière la combinaison cristallisée d'acide sulfurique et de cyanure de fer et de potassium, qui m'a donné les mêmes produits. Au premier coup de feu, il se décompose avec rapidité; ensuite vient un dégagement de gaz plus lent; c'est lorsque

sulfate d'ammoniaque formé se décompose. Les gaz qui développent alors sont du gaz acide sulfureux et du gaz azote. Mais même, à cette occasion, aucun gaz combustible ne s'est laissé apercevoir.

Je vais à présent donner une description particulière de la combinaison de quelques cyanures avec de l'acide sulfurique.

1. *Cyanure de fer et de potassium avec acide sulfurique.* Si on ajoute l'acide au cyanure anhydre, il s'échauffe fortement; et si l'acide est en quantité suffisante, le cyanure se dissout entièrement, après quelques minutes de digestion, et donne un liquide clair et incolore. Laissé dans un vaisseau ouvert pendant quelques jours, la masse devient pulpeuse, elle se remplit de nombreux petits cristaux annulaires, entourés d'un acide sulfurique moins concentré. J'ai pris cette masse après huit jours d'exposition à l'air, et je l'ai mise sur une brique, que j'ai placée dans le vide, afin d'éviter l'influence de l'humidité atmosphérique sur la partie cristallisée, et pour faciliter l'absorption de la partie liquide par les pores vidés d'air. Après vingt-quatre heures, je trouvai sur la brique une masse blanche, composée de petits cristaux aciculaires entrelacés. Cette masse est soluble dans l'eau, et la dissolution a toutes les propriétés d'une dissolution de sur-sulfate de potasse mêlée avec celle du sur-hydro-cyanate de fer, lequel s'y décompose par le contact de l'air, comme il l'aurait fait tout seul. L'alcool, même de 0,81 de densité, décompose ce sel, s'empare du sur-hydro-cyanate de fer et de l'acide sulfurique, en laissant du sulfate de potasse. J'ai analysé cette combinaison de la manière suivante:

je l'ai décomposée par de l'alcool ; le sel non dissous a été lavé avec un alcool qui contint très-peu d'ammoniaque caustique, pour m'assurer que le sulfate de potasse non dissous fût à l'état neutre. Les liqueurs alcooliques ont ensuite été délayées avec de l'eau et précipitées par du muriate de baryte. J'ai obtenu 9 p. de sulfate de potasse, sur 40 p. de sulfate de baryte. Une expérience comme celle-ci ne peut point devenir exacte; car la substance qui doit être analysée contient toujours une trace d'acide sulfurique à sa surface. Ainsi, dans cette analyse, le sulfate de baryte contient un peu plus que trois fois autant d'acide sulfurique que le sulfate de potasse. En considérant l'excès comme de l'acide adhérent à la surface des cristaux, il s'ensuit que le cyanure de fer et de potassium doit avoir été combiné avec une quantité d'acide sulfurique suffisante pour former un bi-sulfate avec la potasse, et un sulfate ordinaire avec le protoxide de fer.

2. *Cyanure de fer et de barium avec l'acide sulfurique.* Cette combinaison est bien moins soluble dans l'acide sulfurique que la précédente. Elle cristallise facilement lorsqu'on lui fait attirer l'humidité de l'air. Le sel cristallisé est décomposé par l'eau et l'alcool, et donne du sulfate de baryte, de l'hydro-cyanate de fer et de l'acide sulfurique. Une expérience analytique qui cependant mérite encore moins de confiance que la précédente, parce que les cristaux de la combinaison barytique sont plus petits et retiennent par conséquent plus d'acide sulfurique, m'a donné la quantité d'acide sulfurique requise pour faire des bi-sulfates, tant avec la baryte qu'avec le protoxide de fer.

3°. *Le cyanure de fer et de plomb* s'échauffe fortement avec l'acide sulfurique ; mais la nouvelle combinaison est presque insoluble. L'acide sulfurique ajouté en excès se trouble un peu par l'addition de l'eau ; mais je n'ai pas pu observer de traces de cristallisation par l'exposition à l'air, même après plusieurs semaines.

4. *Le cyanure de fer et de cobalt* se dissout facilement, et avec une couleur rouge, dans l'acide sulfurique. Le liquide dépose, après quelques heures de repos, une poudre cristalline d'une très-belle couleur rose, et perd en même temps beaucoup de sa couleur. Je crus d'abord que la poudre rose pouvait être du sulfate de cobalt. Mais lorsqu'on y ajoute de l'eau, elle devient d'abord verte, et ensuite, à mesure que l'eau agit, elle prend la couleur gris-rougeâtre de l'hydro-cyanate de cobalt. Pour expliquer ce qui se passe dans cette expérience, je dois ajouter que lorsqu'on verse une solution de cobalt dans la dissolution du cyanure de fer et de potassium, il se forme, au premier moment, un précipité vert qui peu à peu, n'étant point même exposé à l'action de l'air, change de couleur et devient gris-rougeâtre. Si après l'avoir séché, on le chauffe, il donne de l'eau et un peu d'ammoniaque combinée avec de l'acide carbonique et avec de l'acide hydro-cyanique, et reprend sa couleur verte primitive. Les changemens de couleur qui ressemblent à ceux qui ont lieu avec le muriate de cobalt paraissent dépendre de l'eau, qui, lorsque la couleur verte du cyanure anhydre change et devient d'un gris rougeâtre, est absorbée, soit qu'elle forme un hydro-cyanate, soit qu'elle produise de l'eau de cristallisation.

Or donc, lorsque la combinaison rouge de l'acide sulfurique avec le cyanure de fer et de cobalt devient verte par l'addition de l'eau, celle-ci s'empare de l'acide sulfurique, et ce n'est que dans le moment après que le cyanure mis en liberté devient hydraté. La dissolution de ce cyanure dans l'acide sulfurique ne donne point de cristaux par l'exposition à l'air; elle a une couleur rouge sale, et précipite par l'eau le cyanure hydraté. L'acide étendu contient du cobalt.

5. *L'hydro-cyanate de fer et de deutoxide de cuivre* perd sa couleur brune lorsqu'on le mêle avec l'acide sulfurique, et devient d'un blanc tirant sur le jaune verdâtre. Il est fort peu soluble dans l'acide sulfurique; l'eau décompose cette combinaison, et l'hydro-cyanate de fer et de cuivre reparaît avec sa couleur primitive, sans que l'acide étendu contienne du cuivre.

6. *Le bleu de Prusse* augmente de volume dans l'acide sulfurique, devient blanc et comme de l'empois. La nouvelle combinaison est insoluble dans l'excès d'acide. Si l'on emploie le bleu du commerce, l'acide devient brun ou même noir, par la carbonisation de substances étrangères. La masse acide, séchée sur une brique absorbante, laisse une substance blanche pulvérulente qui ne fait voir aucune trace de cristallisation. Mêlée, dans un vaisseau fermé, avec de l'eau privée d'air, elle se décompose tout de suite, reprend sa couleur bleue, et l'eau s'empare de l'acide sulfurique. Cette expérience prouve que l'acide sulfurique s'est combiné avec l'hydro-cyanate sans le décomposer en cyanure; car, dans ce cas, l'eau aurait dû en séparer du cyanure blanc de fer, en

se chargeant de sulfate de deutoxide, et elle n'aurait pas dû en séparer du bleu de Prusse.

7. *Le cyanure de fer et d'argent* se dissout aussi dans l'acide sulfurique, mais en se décomposant du moins en partie. Une substance jaunâtre reste non dissoute. Le liquide incolore, exposé à l'air et au soleil, ne devient pas noir, et dépose des petits grains cristallins de sulfate d'argent.

8. *Le cyanure de mercure* donne avec l'acide sulfurique une masse comme de l'empois. Une petite odeur d'acide hydro-cyanique se fait sentir, et si l'on ajoute beaucoup d'acide sulfurique, celui-ci prend une couleur jaunâtre, probablement par la décomposition d'une petite portion d'acide hydro-cyanique. L'acide tient fort peu de la nouvelle combinaison; par une addition d'eau, il en dépose une petite quantité qui, par une nouvelle addition d'eau, se dissout. De même, la combinaison insoluble, traitée avec de l'eau, s'y dissout sans résidu.

Il me reste à présent à dire quelques mots sur la nature des combinaisons de l'acide sulfurique avec les cyanures. On peut les envisager de deux manières, ou comme des sulfates de cyanures dans lesquels le cyanogène joue le rôle de l'oxigène dans la base, ou comme des sur-sels à deux bases et en même temps à deux acides. Ma première idée, en apercevant ces combinaisons, était que les cyanures pouvaient être considérés comme des corps oxidés, tant acides que bases, qui peuvent se combiner non-seulement entre eux, mais aussi avec les acides oxigénés. Nous avons plusieurs groupes de cyanures doubles de fer, de cuivre, d'argent et d'or, avec d'autres métaux, et il me parut très-

probable que le cyanure du métal électro-négatif y peut jouer le rôle d'acide auprès de celui du métal électro-positif, qui représente la base. L'acide hydro-cyanique sulfuré pouvait fort bien être un cyanure double de soufre et d'hydrogène, et par ce moyen, la théorie de ces combinaisons devenait simple et analogue à celle des oxides. J'ai ensuite examiné l'acide hydro-cyanique sulfuré, j'ai trouvé qu'il est d'une toute autre nature, et j'aurai bientôt occasion d'en entretenir l'Académie. Quant à l'idée d'envisager les combinaisons avec l'acide sulfurique comme des sulfates de cyanures, l'expérience avec le bleu de Prusse s'y oppose, et celle que je vais rapporter maintenant décide, ce me semble, la question pour le contraire. J'ai pris du sur-hydro-cyanate de fer séché dans le vide, et je l'ai traité par l'acide sulfurique. Il s'y dissout et produit un liquide incolore et limpide qui ne donne aucune trace d'odeur hydro-cyanique. Exposé à l'atmosphère, l'acide sulfurique laisse déposer une substance blanche que j'ai séparée de la liqueur acide, moyennant une brique absorbante. La combinaison de l'acide sulfurique avec le sur-hydro-cyanate de fer reste en forme d'une poudre non cristalline. Elle est entièrement soluble dans l'eau, et celle-ci contient après de l'acide sulfurique et du sur-hydro-cyanate de fer, qui se décompose par le contact de l'air, comme si l'acide sulfurique n'y était pas : c'est donc une preuve que l'eau les a séparés. Comme, dans cette combinaison, aucun doute ne peut exister sur ce que l'acide sulfurique ne soit combiné avec de l'acide hydro-cyanique, il me semble décidé que les combinaisons dont nous venons de parler dans cette section sont en effet

des sels acides doubles où deux bases sont combinées à la fois avec un excès de deux acides.

VII. *Observations sur la préparation des cyanures alcalins moyennant le bleu de Prusse.*

Si on traite le bleu de Prusse du commerce avec de la potasse caustique en excès, on obtient après la cristallisation du cyanure de fer et de potassium, une eau-mère sirupeuse qui se refuse à la cristallisation, mais qui, lentement évaporée, effleurit en végétations verdâtres. Si on neutralise l'excès de potasse dans l'eau-mère avec de l'acide acétique, et si on ajoute ensuite de l'alcool, celui-ci en sépare une masse verte foncée. C'est une modification particulière du cyanure de fer et de potassium qui se dissout dans l'eau avec une couleur vert-pré, et qui, long-temps exposée à un air humide, devient brunâtre. Evaporée, elle ne cristallise pas; mais elle dépose des petites écailles vertes, surtout aux bords du liquide. La couleur de ces écailles devient plus pâle et tire sur le brun quand on les fait sécher. Je l'ai analysée, et elle m'a présenté si peu de différence avec le cyanure jaune, que je n'ai rien pu conclure de cette analyse. Ces différences dérivent d'une modification particulière du cyanogène qui se trouve dans le bleu de Prusse. En se décomposant, ce cyanure dépose une poudre verte, dont la quantité augmente pendant l'évaporation, et par une longue exposition à l'atmosphère on parvient enfin à obtenir des cristaux de cyanure ordinaire.

La meilleure manière de se défaire de cette modification du cyanogène, c'est de chauffer la masse anhydre

dans un creuset bien couvert jusqu'à ce qu'elle entre en fusion. On ôte alors le creuset du feu, on laisse refroidir et on fait dissoudre la masse dans l'eau. Il reste, non dissous, du charbon et du carbure de fer. Le liquide contient du cyanure de fer et de potassium, de l'hydrocyanate de potasse et du carbonate de potasse. On y ajoute de l'acide acétique pour décomposer ces deux derniers sels à base de potasse, on rapproche le liquide et on précipite le cyanure de fer et de potassium par l'alcool. On le fait ensuite cristalliser et on l'obtient d'une couleur jaune claire constante, et plus belle que d'aucune autre manière. D'après la méthode ordinaire, on l'obtient toujours d'une nuance de couleur variable.

Si on traite le bleu de Prusse par de l'acide sulfurique, ou mieux encore par de l'acide muriatique, on évite en grande partie cette modification du cyanogène.

L'hydrate de baryte produit aussi avec le bleu de Prusse une combinaison verte, plus soluble dans l'eau que le cyanure ordinaire, et soluble même dans l'alcool.

La solution alcoolique évaporée donne des petits cristaux incolores de nitrate de baryte. Le liquide perd sa couleur verte; mais elle revient si on l'évapore à sec, et si le sel mêlé avec de l'alcool est exposé aux rayons du soleil dans un flacon bouché. Mêlé avec une dissolution de deutoxide de fer, il donne, tout comme le cyanure vert de fer et de potassium, du bleu de Prusse. Pour le reste, je ne l'ai examiné que très-superficiellement.

L'hydrate de chaux ne donne presque pas de traces d'une combinaison analogue; mais il ne décompose le

bleu de Prusse que très-imparfaitement : on obtient une masse insoluble d'une couleur d'ocre claire, qui n'est plus changée par un excès d'hydrate de chaux, et qui est un sous-hydro-cyanate de chaux et d'oxide de fer. Les acides la décomposent, s'emparent de la chaux et la séparent du bleu de Prusse. Il est probable que la modification verte reste dans le sous-sel insoluble.

L'ammoniaque donne la modification verte en grande abondance : souvent on n'obtient que cela. Elle cristallise en forme de petites aiguilles vertes. L'alcool la précipite, mais en forme d'un sirop vert. Sa dissolution aqueuse dépose une poudre verte pendant l'évaporation ; il est quelquefois possible d'obtenir quelques cristaux de l'hydro-cyanate d'ammoniaque et de fer ordinaire ; mais la plus grande partie se décompose par une longue exposition à l'air, et donne une poudre verte.

L'hydro-cyanate d'ammoniaque sans fer se décompose même dans des vaisseaux fermés, et lorsqu'il est entouré de son propre gaz, il donne naissance à une substance brune qui conserve souvent les contours des cristaux. Après cette décomposition, on obtient une ammoniaque qui précipite les sels à base de deutoxide de fer avec une couleur verte. La masse brune ne partage pas cette propriété.

La poudre verte que l'on obtient dans toutes ces expériences est la modification de l'hydro-cyanate du protoxide et du deutoxide de fer correspondante à celles que nous venons d'examiner avec les autres bases. Ce n'est pas du bleu de Prusse oxidé dont la couleur bleue se laisse restituer par des substances réduisantes ; mais l'acide sulfurique et l'acide muriatique la rétablissent. La potasse la

décompose, laissant non dissoute une masse jaune-verdâtre. Cette poudre verte donne par la distillation sèche du carbonate d'ammoniaque et beaucoup d'huile empyreumatique.

Rapport *fait à l'Académie des Sciences le lundi 4 septembre* 1820, *sur un Mémoire de M.* Navier *qui traite de la Flexion des lames élastiques.*

Une des applications importantes de la théorie de l'action des forces sur les corps, en ayant égard à la figure et à l'étendue, est celle dans laquelle on fait entrer en considération les changemens de forme ou les ruptures que ces forces tendent à faire éprouver aux corps employés dans les constructions, tels que le bois, le fer et la pierre. On en déduit, pour la science et l'art de l'ingénieur, des règles et des procédés fort utiles dont les démonstrations et les applications à la pratique exigent, d'une part, l'emploi de la géométrie et de l'analyse transcendante; d'une autre part, les secours de la physique expérimentale.

On sait que les premiers problèmes résolus sur cette partie des sciences physico-mathématiques l'ont été par Galilée, et figurent parmi les glorieuses découvertes auxquelles nous devons la révolution qu'il a opérée dans la philosophie naturelle. Il a traité avec étendue les questions qui sont du ressort de la statique, et relatives aux diverses circonstances de la résistance à

la rupture. Le mérite de ses solutions, pour lesquelles il n'a eu d'autre ressource que la méthode des anciens, doit faire excuser ce qu'il y a de hasardé dans sa conjecture sur la forme de la courbe élastique, conjecture qu'on ne pouvait pas soumettre à un examen rigoureux dans l'état où se trouvaient, de son temps, les théories mathématiques.

Plusieurs géomètres et physiciens, parmi lesquels on compte des hommes d'une haute célébrité, sont entrés dans la carrière ouverte par Galilée, en adoptant, modifiant ou changeant les bases de ses solutions. On y a vu, dans le dix-septième siècle, Wurtius, Blondel, Marchetti, Viviani, Mariotte, Leibnitz; Varignon y parut au commencement du dix-huitième, et ce fut en 1705 que Jacques Bernouilly donna la première solution analytique du problème des courbes élastiques. Euler fit à ces courbes, en 1744, une application remarquable de sa méthode pour déterminer les *maxima* et *minima* des formules intégrales, à laquelle Lagrange, après l'avoir généralisée, a donné le nom de *Méthode des variations*. Lagrange lui-même s'en est occupé, et on trouve, dans les *Collections académiques de Turin et de Berlin*, plusieurs Mémoires de lui sur la force des ressorts pliés, sur la théorie des colonnes, sur les ressorts des voitures. Il a repris cette matière dans quelques-unes des leçons qu'il a données à l'Ecole Polytechnique, et dont le rapporteur de la commission, qui était un de ses auditeurs, a fait, de mémoire, des rédactions sommaires. Ces leçons contiennent une discussion des courbes élastiques, et une analyse curieuse du problème de la flexion des colonnes.

Son manuscrit autographe doit se trouver parmi les

papiers acquis par le Gouvernement, de madame la comtesse Lagrange, et déposés au secrétariat de l'Institut.

Nous pourrions parler ici des intéressans travaux de Coulomb; mais nous ne nous étendrons pas davantage sur cette branche de l'histoire physico-mathématique, et nous renvoyons, pour de plus grands détails, à l'introduction qui précède le *Traité de la résistance des solides* de notre confrère M. Girard. Nous nous bornerons à ajouter que, depuis la publication de ce Traité, les recherches sur la résistance des solides ont encore occupé quelques savans, autres que M. Navier, parmi lesquels nous citerons M. Jacques Binet, auteur d'un *Mémoire sur l'expression analytique de l'élasticité et de la roideur des courbes à double courbure,* qui peut servir d'explication et de supplément à quelques chapitres de la *Mécanique analytique* de Lagrange; notre confrère, M. Dupin, qui a fait à Corcyre, en 1811, d'importantes expériences sur les bois, publiées dans le dixième tome du *Journal* de l'*Ecole Polytechnique;* M. Duleau, ingénieur des ponts et chaussées, dont les expériences sur les fers, faites à Bordeaux en 1812, ont été récemment présentées à l'Académie; enfin M. Barlow, qui a fait imprimer à Londres, en 1817, un traité théorique et expérimental sur la force des bois de charpente, avec un appendice sur la force des fils de fer.

Nous passons aux recherches consignées dans le Mémoire de M. Navier, dont nous avons à rendre compte; et pour établir d'abord le classement de ces recherches parmi celles des géomètres et des physiciens dont nous venons de rappeler les noms, nous remarquerons que le corps de théorie générale auquel elles se lient, offre

trois divisions distinctes ayant pour objets respectifs ; 1° les relations entre les forces qui tendent à rompre les corps, et les résistances de ces corps à la rupture ; les formes qu'il faut leur donner pour remplir certaines conditions, etc. ; 2° (en introduisant, dans l'analyse, la condition de l'élasticité) les changemens de forme dus aux actions de forces données, ou réciproquement, la recherche des forces capables de produire des changemens de forme déterminés ; 3° les lois des mouvemens vibratoires des corps élastiques.

Le travail de M. Navier est compris dans la deuxième de ces trois divisions ; et comme il voulait arriver à des formules intégrables et applicables aux conditions de la stabilité des constructions de charpente, il a supposé les changemens de forme très-petits, en ajoutant à cette hypothèse, celle de considérer les corps flexibles et élastiques comme des lames d'une largeur et d'une épaisseur uniformes, pliées seulement dans le sens du plan de la section longitudinale perpendiculaire à la largeur, et celle de faire le moment de la résistance à la flexion pour un point quelconque de la courbe élastique, proportionnel à l'*angle de contingence*. Cette dernière hypothèse, assez généralement admise, conduit à des résultats que l'expérience a confirmés (1).

En restreignant ainsi les conditions du problème, il a d'ailleurs considéré sous le point de vue le plus général la figure initiale (celle qu'affecte la lame lorsqu'elle

---

(1) *Voyez*, à ce sujet, une démonstration de M. de Laplace, *Mémoires de la première Classe de l'Institut.*

n'est sollicitée par aucune force), et il a traité successivement le cas de la lame droite et celui de la lame courbe. Nous allons indiquer, pour chacun de ces cas, quelques-uns des principaux résultats auxquels l'auteur est parvenu, et que nous ne croyons pas avoir été donnés par les auteurs qui ont écrit sur cette matière.

1°. *Lame élastique droite.* Si les deux extrémités de cette lame sont contenues dans des encastrures dont les directions horizontales soient sur une même ligne droite, ce qui détermine les directions des tangentes extrêmes, et que le poids se trouve au milieu, la flèche qu'il produit n'est que le quart de celle qu'on obtient en substituant deux appuis aux encastrures, circonstance d'après laquelle les tangentes extrêmes ne sont plus horizontales.

Une lame droite légèrement fléchie étant posée sur deux appuis établis au même niveau, et qui s'opposent à l'écartement des points extrêmes de cette lame dont la flèche de courbure est supposée supérieure à la corde horizontale passant par ces points extrêmes, si on connaît la flèche initiale ou la différence entre la longueur de la lame et celle de la corde, on pourra calculer l'abaissement du point du milieu sous une charge donnée appliquée à ce point, et les efforts horizontaux supportés par les points d'appui.

Supposons que le poids, dont le milieu de la lame est chargé, soit assez considérable pour abaisser ce milieu au-dessous de l'horizontale menée entre les points d'appui : il s'opérera un changement subit dans le système; la convexité passera au-dessous de l'horizontale

dont nous venons de parler, et la relation des flexions aux charges deviendra considérable.

Le plus grand des poids que la lame peut supporter sans éprouver un pareil changement, ou le plus petit de ceux qui sont capables de le lui faire subir, a pour valeur :

$$E\frac{16.\rho}{a^2}\sqrt{\frac{s-a}{a}};$$

E étant une constante à déterminer par l'expérience; ρ un nombre $= 4{,}4934 =$ la longueur de l'arc égal à sa tangente dans le cercle dont le rayon est l'unité; a la distance entre les extrémités de la lame, et s sa longueur. On aperçoit déjà les relations existantes entre les recherches de M. Navier et les questions qui intéressent les constructions. Ses formules renferment une quantité qu'il désigne par E, et qui est l'élasticité absolue constante pour tous les points d'une même lame, mais variable dans différentes lames. Pour déterminer cette constante par expérience, on place la lame sur deux points d'appui, dont la distance $= a$; on charge son milieu d'un poids P, et mesurant la flèche f, on calcule la valeur :

$$E = \frac{1}{48}\frac{a^3}{f}P.$$

2°. *Lames élastiques courbes.* L'auteur considère d'abord le cas d'un polygone composé de lames rigides dont les angles sont munis de charnières élastiques, lesquelles opposent, lorsqu'on veut faire varier les inclinaisons respectives des côtés, des résistances ayant leurs momens proportionnels aux variations que les incli-

nue. La recherche des lignes que l'action d'un poids plierait suivant une ligne droite, ou suivant une portion de cercle, conduit à des formes de courbes très-variées, élégantes et d'une nature particulière. Leur caractère général est d'offrir un trait *ondulé* et *bouclé*, et formant une série indéfinie d'inflexions et d'enroulemens qui se répètent périodiquement à la suite les uns des autres.

3°. *Vérification par l'expérience des résultats théoriques.* M. Navier a appliqué ses formules à des expériences consignées dans le Mémoire de M. Duleau précédemment cité, et ayant pour objet de déterminer l'effet produit par un poids placé au point culminant d'une lame de fer courbe dont les extrémités étaient retenues par des points fixes ; il a trouvé que les unes et les autres avaient entre elles un accord satisfaisant, tant pour la valeur absolue de la flexion, que pour la situation de certains points de l'arc infléchi, où la courbure doit être un *maximum* ou un *minimum*.

Il était intéressant de vérifier, par l'expérience, les nouveaux résultats théoriques obtenus sur l'équilibre d'une lame droite, légèrement fléchie, dont les extrémités sont retenues par des points fixes, et qu'on charge dans son milieu. M. Navier a employé pour cet effet une règle de sapin de $2^m,05$ de longueur, $0^m,08$ de largeur et $0^m,009$ d'épaisseur. Il fallait d'abord déterminer la valeur qui, pour cette règle, convenait à la quantité E par laquelle il désigne *l'élasticité absolue*. Il a employé, pour cet effet, deux méthodes, l'une desquelles est celle que nous avons précédemment indiquée, et qui consiste à poser la règle sur deux points d'appui, placés sur la

même horizontale, à la charger au milieu de la distance de ces points, et à mesurer la flèche. Il a trouvé, par cette méthode, les points d'appui étant éloignés entre eux de $1^{m},9962$, que, sous un poids de $0^{kilog.},05$, la flèche était $=0^{m},00159$, et cette quantité introduite dans la formule

$$E=\frac{1}{48}\frac{a^3}{f}P$$

ci-dessus rapportée, donne $E=5^{k},209$.

La même constante se détermine par un autre procédé, qui consiste à placer la règle verticalement, et à charger son extrémité supérieure. La théorie enseigne, qu'en désignant par a la longueur de la règle, la relation entre le poids Q sous lequel elle commence à fléchir, et son élasticité absolue, est donnée par l'équation

$Q=\frac{E\pi^2}{a^2}$; (π = la demi-circonférence dont le rayon = 1).

Or la longueur de la règle étant $2^{m},05$, M. Navier a trouvé pour le poids qui la faisait fléchir, du même sens que dans l'expérience précédente, $12^{k},3$, d'où on déduit $E=5^{kilog.},237$, valeur qui ne diffère de la précédente que $0^{k},028$.

Cette conformité entre les expériences faites sur la règle chargée, soit dans la position horizontale, soit dans la position verticale, n'a pas eu lieu aussi exactement dans les expériences de M. Duleau sur le fer forgé. Les charges des pièces posées verticalement lui ont donné pour E une valeur plus forte de $\frac{1}{6}$ environ que les charges des pièces posées horizontalement : il serait important de bien connaître à quoi tient cette différence.

La valeur de la constante E étant déterminée, comme il est dit plus haut, M. Navier a procédé au genre d'essai qu'il avait en vue, et dont l'objet était de vérifier les formules d'équilibre relatives au cas d'une lame droite légèrement fléchie, ayant ses extrémités retenues par des points fixes, et chargée d'un poids dans son milieu. Nous citerons parmi ces vérifications celle qu'il a faite sur une règle de $2^{m},0544$ de longueur, la distance entre les points extrêmes étant de $2^{m},0508$. Le poids qui, placé au milieu, a pu amener ce milieu dans la direction de l'horizontale passant par les extrémités de la règle, et faire changer le sens de la courbure, a été trouvé de $3^{kilog.},97$, et ce même poids calculé par la formule

$$E\frac{16.i^{3}p}{2}\sqrt{\frac{s-a}{a}}$$

ci-dessus rapportée, devrait être de $3^{k},74$. La légère différence de $0^{k},19$ ne doit pas empêcher de regarder la formule comme conforme à la loi physique des phénomènes, dont l'accord avec la loi mathématique est aussi satisfaisant que peuvent le permettre les appareils employés, et la précision avec laquelle les mesures ont été prises.

Nous nous sommes attachés, dans le compte que nous venons de rendre du travail de M. Navier, à indiquer particulièrement les résultats nouveaux qu'il a obtenus. On a vu que son Mémoire en contenait plusieurs dignes d'attention, en les considérant seulement sous le point de vue théorique. Mais ces résultats sont d'un plus grand intérêt encore lorsqu'on les envisage relativement à leur application à la science des constructions. Sous ce

dernier point de vue, les recherches de M. Navier doivent être distinguées de celles des auteurs qui, avant lui, se sont occupés des mêmes problèmes. Euler a traité le cas de la lame naturellement courbe (1), et sollicitée par des forces appliquées ou à des points particuliers, ou à tous les points de la lame. Mais il n'a donné sur cette théorie que des généralités inutiles pour la pratique. Nous ajouterons que le principe

$$\int \frac{ds}{rr} = minimum,$$

indiqué par Daniel Bernouilly, et sur lequel Euler a établi son analyse, parce qu'il voulait faire une application de sa méthode des *maxima* et *minima* des formules intégrales qu'il venait de créer, a été heureusement remplacé, dans l'analyse de M. Navier, par la considération du passage du polygone à la courbe, dont il a déduit une solution également rigoureuse et élémentaire.

Les recherches des Bernouilly, des Lagrange, le Mémoire de M. Binet ci-dessus cité, etc. doivent aussi être simplement regardés comme de belles productions théoriques, en exceptant, si l'on veut, le problème de la flexion de la colonne. Ce problème curieux, sous le point de vue de la mécanique rationnelle, est aussi susceptible de quelques applications aux résistances des supports verticaux en bois et en fer. La stabilité des supports en maçonnerie tient à d'autres conditions, quoique ces supports jouissent d'une élasticité qui, dans certaines circonstances, peut être rendue très-sensible. Feu M. de

(1) Premier Supplément au *Methodus inveniendi lineas curvas, etc.* (Art. 47 et suivans.)

Chezy, père de notre confrère de l'Académie des Belles-Lettres, et inspecteur général des ponts et chaussées, a dit plusieurs fois au rapporteur de la Commission qu'il avait vu les colonnes du portail de l'église de Sainte-Geneviève, lorsqu'elles étaient élevées à toute leur hauteur, et avant que l'architrave fût posée, prendre, à leur sommet, des oscillations de plusieurs pouces d'étendue, par le simple effort des bras. Cette expérience est curieuse ; mais lorsque des appuis ou piliers en pierre supportant un édifice cèdent sous une charge verticale, c'est en s'écrasant plutôt qu'en s'infléchissant. La coupole de l'église dont nous venons de parler a offert dans son intérieur un exemple remarquable de ce phénomène.

Nous devons ajouter, pour rapporter à des notions précises l'utilité des applications des théories mécaniques aux constructions, que ces applications exigent beaucoup de circonspection et d'intelligence, et peuvent avoir de graves inconvéniens si elles sont livrées à des hommes manquant de prudence et d'instruction. On ne s'assujettit pas, et on ne doit pas s'assujettir servilement, dans l'exécution des projets, aux dimensions données par les formules. En effet, malgré la plus exacte surveillance, la main-d'œuvre n'a jamais la perfection qu'on lui suppose en théorie. Les matériaux ont des défauts qui échappent à l'examen, et plusieurs circonstances physiques, auxquelles on n'a pas pu avoir égard dans l'analyse des problèmes, ont une influence plus ou moins grande sur la stabilité et la durée des ouvrages. Il faut donc considérer les résultats théoriques seulement comme indiquant des limites de formes et de dimensions, dans

les diverses parties des constructions, dont la connaissance, réunie à celle de certaines données particulières et souvent locales, d'après lesquelles il faut modifier ces résultats, fournit aux ingénieurs instruits et exercés les moyens de satisfaire, dans leurs projets, aux conditions réunies de l'économie et de la solidité. C'est avec ces précautions qu'on applique journellement les règles de calcul adoptées pour les épaisseurs des murs de revêtement, pour celles des culées des ponts, pour les longueurs de coupe de leurs clefs, etc. Les dimensions effectives sont toujours plus fortes que les dimensions calculées; mais le calcul a le grand avantage d'indiquer le *minimum* de dimension, et d'assigner ainsi un terme de comparaison, une espèce de point de départ, auquel on rapporte le *maximum* de dimension remplissant les conditions exigibles, et qui est fort utile pour sa détermination.

Ces réflexions pourraient servir de base à un examen critique et impartial des objections et des déclamations publiées dans quelques ouvrages, contre l'application des théories mathématiques à l'art des constructions. Nous ne les donnons ici que pour motiver et appuyer l'opinion que nous avons émise sur le genre de mérite qui, selon nous, distingue les recherches de M. Navier. Nous pensons qu'en usant, dans l'emploi de ces recherches, de la réserve et de la circonspection dont nous avons parlé plus haut, on peut en tirer des résultats intéressans pour la stabilité des charpentes en bois ou en fer, désignées par les noms de *travées* et de *combles*, et qui sont des systèmes de courbes retenues entre des points fixes. On voit sur-le-champ, dans de pareils systèmes, les appli-

cations des théorèmes de M. Navier sur l'effet des charges verticales que supportent des lames ou courbées ou naturellement courbes, avec la condition que la corde de l'arc qu'elles forment soit de longueur invariable. Au reste, cet auteur a grand soin de bien indiquer toutes les conséquences qu'on peut tirer de ses théorèmes. Ainsi, en parlant de la propriété curieuse de la courbure parabolique analogue à celle de la chaînette, il en conclut que cette propriété, quand il s'agit d'un arc dont l'amplitude est petite, pouvant être sensiblement attribuée à une courbe quelconque, il s'ensuit que si les arcs employés dans les constructions en charpente tendent à changer de figure, et si leurs sommets s'abaissent, ce n'est pas par l'effet de la charge des toits ou des planchers, mais par celui de la compression des matériaux, en vertu des efforts qu'ils supportent dans le sens longitudinal. Si on donne à ces arcs une certaine épaisseur et une certaine force d'élasticité, c'est seulement pour les rendre capables de résister aux efforts dont on vient de parler, pour donner de la stabilité à l'équilibre, et prévenir les effets des charges passagères et variables de position. En jugeant ces assertions, il ne faut pas perdre de vue les hypothèses ou conditions qui les rendent admissibles, et qui sont la parfaite immobilité des points d'appui, et une certaine relation entre les charges des arcs de courbe et les projections horizontales de ces arcs.

La partie expérimentale du travail de M. Navier est peu considérable, mais elle faite avec soin, et d'ailleurs les nombreuses expériences de MM. Girard, Dupin, Duleau et Barlow, fournissent une ample matière aux vérifications. Ce travail comprend le cas de l'élasticité

qu'on peut appeler *linéaire*. Un second Mémoire que l'auteur a présenté à l'Académie a pour objet la théorie de l'équilibre des surfaces élastiques, et son application aux questions de construction qui peuvent s'y rapporter, celles, par exemple, qui concernent les planchers. Ces nouvelles recherches forment ainsi un supplément intéressant au Mémoire dont nous venons de rendre compte, et offrent un motif de plus pour faire connaître ce Mémoire au public.

Nous pensons que l'Académie fera une chose utile et agréable aux constructeurs, en le mettant au nombre de ceux qu'elle destine à être imprimés dans ses recueils.

Signé FOURIER, GIRARD; PRONY, *rapporteur*.

L'Académie approuve le rapport et en adopte les conclusions.

DE *l'Action de la pile sur l'aiguille aimantée*.

Par M. BOISGIRAUD aîné.

(Lu à l'Académie des Sciences le 9 novembre 1820.)

JE fus témoin, dans la séance du 11 septembre dernier, à laquelle j'eus l'honneur d'assister, de quelques expériences relatives à l'action de la pile sur l'aiguille aimantée, qui furent répétées par M. Arago, et dont l'auteur est M. Œrsted. Ces phénomènes nouvellement observés, m'inspirèrent un vif intérêt, et je m'empressai de tenter de les renouveler : j'eus la satisfaction

de voir ma tentative couronnée par le succès. Je ne m'arrêtai point à ces premiers essais : je fis de nouvelles tentatives dans lesquelles j'ai obtenu des résultats qui m'ont paru intéressans, et qui pourront peut-être aider à expliquer ce genre de phénomènes. Parmi ces résultats, il en est qui sont entièrement conformes à ceux de M. Œrsted, dont j'ai eu connaissance depuis par la traduction publiée dans les *Annales de Chimie*. Je me contenterai de rapporter ici ceux que je crois nouveaux.

Je me servais d'une cuve galvanique de vingt couples, de l'ancienne construction et de peu d'énergie. Le fil conducteur était composé de deux fils de platine d'un petit diamètre : ils communiquaient aux poles de la pile à l'aide de fils de laiton d'un diamètre plus considérable. Je cherchai à augmenter les effets de ma première pile, en la réunissant à une seconde pile entièrement pareille, de manière à en former une batterie. Cette disposition d'appareil me fournit l'occasion de m'assurer que l'arc métallique, qui joignait les poles extrêmes, n'était pas le seul susceptible de faire dévier l'aiguille ; l'*arc intermédiaire*, qui réunissait l'une des piles à l'autre, produisait le même effet et suivant les mêmes lois. J'ai même pu rapprocher les effets de ces deux arcs, et suivant qu'ils tendaient, par leur position respective, à produire une déviation dans le même sens, ou dans un sens opposé, les effets étaient augmentés ou atténués.

L'influence de la nature des conducteurs, dans ces expériences, m'a paru très-grande. Ainsi une simple feuille de papier, humectée du liquide des auges de la pile, a suffi pour diminuer considérablement l'effet lorsqu'elle était interposée entre les fils conducteurs de

mon appareil : un charbon de peu de longueur, l'eau commune dans une petite étendue, l'ont détruit entièrement (1).

Voici, dans ce genre, un fait assez remarquable : ayant placé l'aiguille aimantée sous l'*arc intermédiaire*, de manière qu'elle fût fortement déviée quand je faisais communiquer les deux poles extrêmes par un arc métallique, elle ne le fut nullement quand j'établis la communication avec mes deux mains : cependant j'éprouvais une commotion d'autant plus désagréable, que j'avais une légère blessure voisine de la partie du doigt qui plongeait dans une des auges de la pile.

J'ai tenté inutilement, à la demande de M. Poisson, d'obtenir avec mon appareil des effets à distance, en terminant mes fils de platine par des pointes très-aiguës : il a toujours fallu le contact pour produire une déviation sensible.

Ces faits m'ont porté à conclure que la nullité d'action d'une colonne voltaïque de cinquante-huit couples (soit qu'elle fût horizontale ou verticale) devait être attribuée au moins tout autant à l'imparfaite conductibilité des rondelles de drap humides qu'à la petite dimension des disques (celle d'une pièce de 6 fr. environ). Cependant cette pile donnait une commotion assez forte.

Je ferai remarquer qu'il est très-facile, au moyen de deux piles composant une batterie, de constater la con-

---

(1) Des expériences faites depuis chez M. Ampère, avec un appareil très-énergique, ont prouvé que le charbon (surtout incandescent) ne détruisait pas entièrement les effets. L'eau chargée d'acide était dans le même cas.

ductibilité des substances liquides ou gazeuses, interposées dans l'un des arcs, en plaçant l'aiguille à la proximité de l'autre arc.

Jusqu'ici je m'étais servi d'une petite aiguille de boussole suspendue horizontalement sur un pivot vertical de laiton. Pour rendre plus sensible les phénomènes d'inclinaison, j'ai pris un fil d'acier d'un très-petit diamètre, je l'ai aimanté par la simple touche (1). Il avait environ 2 centimètres de longueur, et manifestait des magnétismes différens, à partir de son point milieu à-peu-près. J'ai suspendu cette petite aiguille par un fil de soie très-fin, de manière qu'elle fût horizontale.

En observant avec attention toutes les circonstances qui accompagnaient ses déviations par l'approche du fil conducteur de la pile, je me suis aperçu que, toutes les fois que le pole de l'aiguille devait passer d'un côté à l'autre de ce fil, et que celui-ci était un peu engagé sur le passage de l'aiguille, il n'empêchait pas son mouvement; car le fil de suspension prenait un mouvement d'oscillation qui éloignait et rapprochait l'aiguille du fil conducteur; et quand elle était suffisamment éloignée, elle prenait alors le mouvement que ne pouvait plus arrêter ce fil; mais elle évitait de rencontrer la face la plus voisine du fil pour prendre cette nouvelle position, et elle allait au contraire adhérer à la face du côté de laquelle elle avait passé.

---

(1) Les effets sont plus prononcés et plus faciles à produire avec un fil aimanté à saturation par la méthode de la double touche.

Les oscillations du fil de suspension étant modifiées par l'action de la pesanteur, qui tendait à ramener l'aiguille vers un point d'équilibre dont une autre force l'éloignait, j'imaginai de poser sur l'eau cette petite aiguille légèrement enduite d'un corps gras, parce qu'alors l'action de la pesanteur étant équilibrée, celle du fil conducteur aurait tout son effet. Cela me réussit parfaitement.

Je ferai observer, en passant, que cette petite aiguille devenait susceptible de décomposer l'eau par l'approche des deux fils partant des poles de la pile. Ce phénomène, qui, je crois, était déjà connu, est facile à concevoir, et se produit également avec des aiguilles d'acier non aimanté, de laiton, d'argent, de platine, etc.

Malgré le faible magnétisme de cette petite aiguille, quand on la dérangeait du méridien magnétique, elle y revenait assez promptement. Elle a donné les mêmes phénomènes de déclinaison que l'aiguille à pivot, et cela sans oscillations sensibles. Mais j'ai pu observer de plus que lorsque le fil conducteur était horizontal, et dans le méridien magnétique passant par l'aiguille, celle-ci tournait autour de son point milieu qui restait fixe; ce qui suppose une certaine symétrie d'effets, et me paraît fournir en outre la conséquence que, dans ce cas, les forces existantes décomposées suivant le plan de la surface de l'eau s'y réduisent à deux égales, opposées et également éloignées du point milieu de l'aiguille.

Il me reste à décrire actuellement les mouvemens de cette aiguille suivant la méridienne magnétique. J'en ai formé un tableau. Pour abréger l'écriture et l'énoncé, je désigne la direction du fil conducteur en commençant

toujours par l'extrémité de ce fil par laquelle on se rendrait au pole zinc de la pile. *L'indication des mouvemens convient également aux deux poles de l'aiguille*, et on peut les prolonger indéfiniment sur la surface de l'eau (1). Les expressions d'*attraction* ou *répulsion* indiquent que l'aiguille se rapproche ou s'éloigne du fil conducteur.

Le fil conducteur situé :

- Au-dessus de la surface de l'eau, et dirigé.....
  - de l'est à l'ouest (2). répulsion.
  - de l'ouest à l'est... attraction.
- Sous l'aiguille (dans l'eau) et dirigé.....
  - de l'est à l'ouest... attraction.
  - de l'ouest à l'est... répulsion.
- A l'orient de l'aiguille, et dirigé.....
  - de haut en bas... attraction.
  - de bas en haut... répulsion.
- A l'occident de l'aiguille, et dirigé.....
  - de haut en bas... répulsion.
  - de bas en haut... attraction.

Quand le fil conducteur est bien perpendiculaire au plan méridien, le mouvement de l'aiguille a constam-

(1) Cette eau était distillée pour diminuer l'action décomposante de la pile.

(2) Ces directions sont toujours celles données par l'aiguille de boussole.

ment lieu suivant la méridienne magnétique (1), ce qui exige que les forces existantes alors, décomposées suivant le plan de la surface de l'eau, donnent une résultante dirigée suivant la méridienne magnétique. Si, de plus, le point milieu de l'aiguille est dans le plan vertical passant par le fil conducteur, elle reste en repos. Cet équilibre est stable toutes les fois que, dans cette position, le fil conducteur paraît exercer une attraction sur les poles de l'aiguille, et mobile, s'il est dirigé de manière à exercer une répulsion. Ce phénomène remarquable semble prouver qu'il n'y a pas action du fil conducteur seulement sur les poles de l'aiguille.

Les attractions et répulsions ci-dessus se succèdent, dans certains cas, d'une manière digne de remarque. L'aiguille dont je me servais était posée sur l'eau dans un verre à pied, de sorte que, pour observer ce qui se passait quand le fil conducteur était au-dessous de l'aiguille, je le plongeais dans l'eau; et après avoir plongé dans l'eau, il en sortait à droite et à gauche de l'aiguille, avant d'avoir atteint les bords du verre. Si donc je menais des parallèles à la méridienne par les deux points où ce fil sortait de l'eau, je divisais la surface de cette eau en trois parties : l'une comprise entre les deux fils et que j'appellerai *intérieure;* les deux autres en dehors ou *extérieures.* Cela posé, comme l'indique le tableau précédent, toutes les fois qu'il y avait attraction dans la partie intérieure, il y avait répulsion dans les parties extérieures, et réciproquement. De plus, l'aiguille, après

(1) Dans le cas contraire, le mouvement se complique avec celui de la déclinaison.

force de torsion du fil de soie était trop faible pour éloigner l'aiguille de cette position d'équilibre.

Ces expériences paraîtraient prouver qu'indépendamment des poles magnétiques dans le sens de la longueur, l'aiguille suspendue en avait aussi dans le sens diamétral. Il est cependant facile de se convaincre que ces derniers poles n'existent pas.

En effet, supposons que l'aiguille suspendue soit une courbe plane; l'action magnétique de la terre dirigera toujours le plan de cette courbe dans le méridien, et si on l'en détourne, elle l'y ramènera. De plus, la concavité sera tournée vers le pole de la terre, qui attire le pole inférieur de l'aiguille. Si l'on approche un barreau aimanté qui ait plus d'action que la terre sur l'aiguille suspendue, c'est lui alors qui dirigera vers lui la concavité ou la convexité de l'arc, suivant qu'il exercera une attraction ou une répulsion sur le pole inférieur de l'aiguille.

Cette courbure dans l'aiguille suffirait donc pour produire les effets observés. On peut se convaincre en effet que c'est là la véritable cause de cette polarisation apparente.

D'abord, on admettra sans peine qu'il est, sinon impossible, du moins très-difficile de faire qu'un fil d'acier qui était primitivement roulé sur lui-même (comme ceux dont je me servais) ne conserve pas une légère courbure, quelque soin que l'on prenne à le rectifier parfaitement. On verra d'ailleurs, en rendant cette courbure sensible à l'œil, et la produisant successivement en divers sens, que c'est toujours elle qui détermine la disposition des faces de l'aiguille.

On devra ensuite conclure qu'il en est de même pour une courbure moins sensible ou tout-à-fait invisible. On étendra d'ailleurs aisément cette explication au cas où la courbure est compliquée et ne peut être renfermée dans un plan. Une aiguille non aimantée donnerait des phénomènes analogues.

Je me suis arrêté sur ces derniers faits parce qu'ils renferment toutes les circonstances nécessaires pour induire en erreur, et qu'ils pourraient peut-être expliquer des phénomènes magnétiques annoncés par quelques physiciens.

Recherches *chimiques sur les Quinquinas.*

Par MM. Pelletier et Caventou.

Lues à l'Académie des Sciences le 11 septembre 1820.

§ 1^er^. A chaque époque de ces grandes découvertes qui ont étendu la sphère de la science, les chimistes ont cru devoir reprendre quelques travaux de leurs devanciers ; guidés par de nouvelles lumières, ils sont arrivés souvent à des résultats qui avaient échappé à des savans distingués qui s'étaient trouvés dans des circonstances moins avantageuses.

Les quinquinas se trouvent placés à la tête de ces substances qui sont comme périodiquement soumises à une nouvelle investigation : il serait, en effet, difficile d'énumérer les travaux entrepris sur ces écorces, depuis Bucquet jusqu'à ceux dont M. Lauber a enrichi la science.

Qu'il nous soit cependant permis de rappeler la grande dissertation de Fourcroy, qui long-temps fut un modèle d'analyse végétale. Citons aussi l'examen de dix-huit espèces de quinquina, entrepris par M. Vauquelin, travail remarquable par son étendue et par ses résultats, puisque, dans ce Mémoire, M. Vauquelin a enrichi la chimie végétale d'un acide nouveau, a donné des caractères certains pour reconnaître les quinquinas véritablement fébrifuges, et a fourni aux chimistes de nouveaux moyens analytiques. Nous rappellerions encore un Mémoire de M. Reuss, de Moscow, si les travaux de M. Gomès, de Lisbonne, ne réclamaient toute notre attention : c'est à ce dernier chimiste qu'on doit la découverte d'un principe particulier dans le quinquina, principe que nous avons reconnu être une base salifiable organique dont l'étude fera un des objets principaux de notre Mémoire.

§ 2. Maintenant, si nous étions obligés de donner les raisons qui nous ont engagés à travailler sur les quinquinas après tant de chimistes recommandables, nous avourions que ce sont les considérations que nous venons de présenter. La découverte des alcalis végétaux fait époque dans la science ; elle explique une suite d'anomalies qui se rencontraient dans l'analyse végétale. Les bases salifiables organiques ont des propriétés si particulières, elles sont si constamment la matière active des végétaux qui les recèlent, qu'il était naturel de les rechercher dans les quinquinas: d'ailleurs, si la cinchonine, découverte par M. Gomès dans le quinquina gris, est, comme l'assure ce médecin, la substance en vertu de laquelle cette écorce agit sur l'économie animale, bien

que ce savant assure qu'elle n'est ni acide ni alcaline, n'était-il pas nécessaire d'examiner s'il n'y avait pas erreur dans la dernière partie de sa préparation? Telles sont les réflexions qui nous ont suggéré l'idée d'entreprendre de nouvelles recherches sur les quinquinas : une fois entrés dans cette carrière, nous avons poussé nos travaux au-delà du but que nous nous étions d'abord proposé. Les propriétés que nous avons trouvées à la cinchonine se lient tellement à celles des autres substances qui l'accompagnent, que nous n'avons pu nous dispenser d'étudier toutes ces substances dans leur ensemble.

§ 3. Ayant examiné plusieurs espèces de quinquina, nous trouverons dans l'énoncé de ces espèces les titres des sections qui doivent diviser ce Mémoire; l'histoire particulière des différens principes qu'ils recèlent donnera lieu à quelques chapitres. Nous allons nous occuper d'abord de l'examen chimique du quinquina gris (*kina loxa, cinchona condaminea*), généralement regardé comme le type de ces diverses écorces.

Du Quinquina gris (cinchona condaminea).

§ 4. Notre premier but ayant été d'examiner la matière cristallisable indiquée par M. Gomès dans le quinquina gris, matière nommée *cinchonin* par cet auteur, nous avons dû chercher à nous la procurer; à cet effet, nous avons suivi le procédé de M. Gomès, tel qu'il est rapporté par M. Lauber, qui en avait eu communication par l'entremsie de M. Vauquelin, et tel qu'il est relaté dans le *Traité de Chimie* de M. Thenard. Nous citerons textuellement ce passage :

« Le procédé consiste à laver successivement avec de » l'eau distillée l'extrait alcoolique de quinquina, et à » séparer par ce lavage la substance rouge insoluble, » qu'il considère comme le *principe extractif*. Il réunit » et évapore à siccité les vapeurs aqueuses ; il lave en- » suite le second extrait avec de l'eau saturée de potasse, » qui entraîne, selon lui, le reste de l'extractif, et tout » le cinchonin sur le papier employé à filtrer les li- » queurs. Enfin, il purifie ce cinchonin en le faisant » dissoudre dans de l'alcool ; et en le précipitant de » sa dissolution par de l'eau distillée, il se réunit en » petits cristaux, et il est parfaitement pur. Ce pro- » cédé se réduit donc, en dernière analyse, à traiter » l'extrait alcoolique par l'eau et la potasse, en re- » gardant comme extractif tout ce que l'eau n'a pas dis- » sous, et tout ce qui a été dissous par la potasse. »

Nous remarquerons ici que la substance obtenue n'est pas entièrement pure, et qu'elle contient une matière grasse. Cette matière n'en masque cependant pas entièrement les caractères. On peut déjà s'apercevoir qu'elle jouit des propriétés alcalines. Cette remarque n'a pas échappé à la sagacité de M. Houtou-Labillardière neveu. Ce jeune chimiste, préparant du cinchonin pour une leçon de M. Thenard, fut frappé de l'analogie que la cinchonine avait avec les alcalis végétaux déjà connus, ce qui était conforme à nos observations : ses occupations particulières ne lui ont point permis d'entreprendre un travail suivi sur ce sujet, et lui-même nous a engagés à continuer nos recherches. Nous n'en devons pas moins reconnaître ici la justesse de ses observations.

Procédé pour obtenir le Cinchonin.

§ 5. Voici la méthode que nous avons cru d'abord devoir employer pour nous procurer la cinchonine à l'état de pureté.

Nous avons traité à chaud 2 kilogrammes de quinquina gris concassé par 6 kilogrammes d'alcool fort ; nous avons répété quatre fois cette opération ; les teintures alcooliques ont été réunies et distillées pour retirer tout l'alcool. Nous avons eu soin d'y ajouter 2 kilogrammes d'eau distillée, afin que la matière dissoute dans l'alcool fût garantie de l'action immédiate du calorique après la séparation de l'alcool. Cette substance, reçue sur un filtre qui donne passage à la liqueur aqueuse, était d'une couleur rougeâtre, d'apparence résineuse ; dans cet état, elle fut lavée sur le filtre même, avec de l'eau légèrement alcalisée par de la potasse. La liqueur qui était passée à travers le filtre servit de première eau de lavage, après avoir été préalablement alcalisée ; après plusieurs jours de lavage, les liqueurs alcalines passant limpides et sans couleur, la matière restée sur le filtre fut lavée avec une masse assez considérable d'eau distillée ; elle était alors d'un blanc verdâtre très-fusible, soluble dans l'alcool, et donnait des cristaux : c'était le cinchonin du docteur Gomès ; elle avait, dans cet état, quelques caractères des substances résineuses ; mais, en la dissolvant dans un acide très-étendu d'eau, elle abandonnait une quantité considérable de matière grasse d'une couleur verte qui avait tous les caractères de la matière grasse verte obtenue pour la première fois par M. Lauber, en faisant immédiatement agir l'éther sulfurique sur le quinquina.

Nous remarquerons ici que si on employait un acide trop concentré, une grande quantité de matière grasse resterait en dissolution dans la liqueur, et le cinchonin qu'on en retirerait postérieurement s'en trouverait souillé.

La liqueur acide (c'est l'acide hydro-chlorique que nous employions) était d'un jaune doré. Evaporée, elle donnait des cristaux solubles dans l'alcool et dans l'eau. Sa saveur était très-amère; elle précipitait abondamment par les solutions alcalines, les gallates, les oxalates alcalins y laissant des précipités solubles dans l'alcool, etc. Sans nous arrêter davantage à ces propriétés, que nous ne pouvions expliquer dans le moment, nous avons traité la dissolution par de la magnésie bien pure et à l'aide d'une légère chaleur : le mélange a été alors jeté sur un filtre après son entier refroidissement, et le précipité magnésien a été lavé avec de l'eau. Les premières eaux de lavage étaient jaunes; elles ont fini par être incolores. Le précipité magnésien, suffisamment lavé et desséché au bain-marie, a été traité à trois reprises par de l'alcool à 40°. Les liqueurs alcooliques, très-amères, légèrement jaunâtres, ont donné, par évaporation, des cristaux en aiguilles d'un blanc sale. Ces cristaux, redissous dans de l'alcool, et remis à cristalliser, ont donné une matière cristalline très-blanche et brillante. On peut aussi obtenir des cristaux très-blancs en les lavant à froid avec un peu d'éther sulfurique. Ces cristaux sont de la cinchonine très-pure.

Pour conserver l'harmonie de la nomenclature, il fallait changer le nom de *cinchonin* en celui de *cinchonine*, puisque les bases salifiables organiques déjà connues ont

une terminaison de ce genre : par respect pour les droits de M. Gomès, nous n'avions pas fait ce changement lors de la lecture de notre Mémoire à l'Académie ; mais MM. Vauquelin, Thenard et Déyeux, commissaires de cette société, ont passé par-dessus cette considération.

De la Cinchonine.

§ 6. La cinchonine obtenue par évaporation lente de la solution alcoolique, se présente en aiguilles prismatiques déliées, dont on ne peut déterminer la forme cristalline. Par évaporation plus rapide, elle se dépose en plaques blanches translucides, cristallines, réfractant la lumière.

La cinchonine est très-peu soluble dans l'eau ; elle demande deux mille cinq cents fois son poids d'eau bouillante pour se dissoudre : par le refroidissement, la liqueur devient légèrement opaline, ce qui prouve que la cinchonine est encore moins soluble à froid.

La cinchonine a une saveur amère particulière ; mais cette saveur est longue à se développer, et a peu d'intensité en raison de l'insolubilité de cette substance ; elle se développe dans la cinchonine rendue soluble par son union avec les acides ; elle est alors très-amère, styptique et persistante, en tout semblable à celle d'une forte décoction de quinquina, à cela près qu'elle est moins astringente, l'astringence du quinquina étant particulièrement due à un autre principe. La cinchonine, exposée à l'air, ne s'altère pas : cependant, à la longue, elle absorbe de l'acide carbonique, et quand on la dissout dans une liqueur acide, elle produit une légère effervescence.

Exposée à l'action du calorique dans des vaisseaux fermés, elle ne se fond pas avant de se décomposer. Les produits qu'elle fournit par la distillation à feu nu sont ceux que produisent en général les matières végétales non azotées : distillée avec de l'oxide de cuivre dans un appareil convenable, elle ne fournit que de l'eau et de l'acide carbonique. Elle est donc composée d'oxigène, d'hydrogène et de carbone en certain rapport, et l'azote n'entre pas dans sa composition : brûlée par le nitrate d'ammoniaque, elle ne laisse aucune trace de matières minérales, alcalines ou terreuses.

La cinchonine est très-soluble dans l'alcool, surtout à l'aide de la chaleur ; une solution alcoolique, saturée à la température de l'ébullition, cristallise par le refroidissement ; les solutions alcooliques de la cinchonine sont très-amères, ce qui prouve encore que le peu d'amertume de la cinchonine pure provient de son insolubilité.

La cinchonine se dissout dans l'éther : cependant elle y est beaucoup moins soluble que dans l'alcool, surtout à froid ; elle se dissout aussi, quoiqu'en très-petite quantité, dans les huiles fixes ou volatiles, du moins dans l'huile de térébenthine. Ces dissolutions sont amères. L'huile de térébenthine, saturée de cinchonine à une température élevée, l'abandonne en grande partie, sous forme cristalline, par le refroidissement : elle ne se dépose pas de ses dissolutions dans les huiles fixes.

§ 7. Nous allons maintenant considérer la cinchonine sous le point de vue de l'alcalinité que nous lui avons reconnue. La cinchonine ramène au bleu le tournesol rougi par un acide ; elle s'unit à tous les acides, et paraît former des combinaisons neutres et sans aucune action

sur le tournesol, avec les acides minéraux les plus énergiques. Ces combinaisons se présentent sous des aspects différens, et ont des proportions constantes. Nous parlerons de chacune en particulier.

La cinchonine ne s'unit pas aux corps combustibles, ni à celles de leurs combinaisons avec l'oxigène qui ne sont pas acides. Lorsqu'on traite de la cinchonine par de l'iode avec l'intermède de l'eau, l'iode est changé en acide iodique et hydriodique, qui restent combinés avec la cinchonine à l'état de sel neutre. Tant que les liqueurs sont chaudes, elles restent transparentes; mais, par le refroidissement, il se précipite une poudre blanche qui est un mélange d'iodate et d'hydriodate de cinchonine, puisqu'en versant dessus de l'acide sulfurique, il se fait sur-le-champ un dégagement d'iode très-marqué. Ce mode d'action de l'iode sur une substance végétale soupçonnée alcaline nous paraît une des preuves les plus fortes à donner en faveur de l'existence réelle de l'alcalinité; il peut faire distinguer les alcalis végétaux de quelques autres substances qu'on pourrait regarder comme alcalines, en ne considérant que la propriété qu'elles pourraient avoir de se dissoudre dans les acides. Les alcalis qui ne forment que des sels acides doivent, entre autres épreuves, être soumis à celle-ci.

Du Sulfate de cinchonine.

§ 8. L'acide sulfurique s'unit à la cinchonine, et forme avec cette base un sel neutre très-soluble. Ce sel peut s'obtenir facilement cristallisé : les cristaux paraissent être des prismes à quatre pans, dont deux plus larges;

ils sont terminés par une face inclinée. Ces cristaux, quelquefois très-déliés, se réunissent ordinairement en faisceaux : ils sont un peu luisans, flexibles, et leur saveur est très-amère. Ce sel est soluble dans l'alcool ; il ne se dissout pas dans l'éther. Exposé à l'action de la chaleur, il se fond comme de la cire à une température peu supérieure à celle de l'eau bouillante. Un degré de chaleur plus élevée le décompose.

Nous l'avons soumis à l'analyse d'après la méthode que nous avons avons exposée dans notre Mémoire sur la Strychnine, et en employant toutes les précautions nécessaires, il nous a donné les résultats suivans :

Cinchonine,	100 ;
Acide sulfurique,	13,0210 ;

Ou :

Acide sulfurique,	100 ;
Cinchonine,	768,0646.

Si, d'après cette analyse, nous calculons le poids de la molécule de cinchonine, nous trouverons qu'il est de 38,488, le poids de la molécule d'oxigène étant pris pour unité. Nous rappellerons ici que M. Thomson, ayant calculé le poids de la molécule des alcalis organiques découverts à cette époque, a trouvé les nombres suivans :

Morphine,	40,250 ;
Picrotoxine,	45,000 ;
Strychnine,	47,625 ;
Brucine,	51,500.

Il résulterait de ces considérations que la cinchonine serait l'alcali qui aurait le plus de capacité, puis vien-

draient la morphine et le picrotoxine. Nous observerons cependant que si le poids de la molécule de picrotoxine a été calculé d'après l'analyse de son sulfate, ce sel étant toujours avec excès d'acide, son nombre proportionnel est peut-être un peu trop faible. En général, il est difficile d'établir d'une manière rigoureuse le nombre proportionnel des alcalis qui saturent imparfaitement les acides : c'est ce qui fait que, dans notre Mémoire sur l'analyse des plantes de la famille des colchiques, nous n'avons pas cru devoir donner celui de la vératrine.

L'acide sulfurique ne paraît pas former avec la cinchonine de sur-sel ; les cristaux obtenus d'une solution de cinchonine dans un excès d'acide sulfurique ne différaient pas sensiblement de ceux obtenus d'une solution neutre ; ils pouvaient d'ailleurs être dépouillés de leur excès d'acide par des cristallisations subséquentes.

De l'Hydrochlorate de cinchonine.

§ 9. L'acide hydrochlorique forme avec la cinchonine un sel neutre et très-soluble. Ce sel peut cependant cristalliser ; ses cristaux se présentent en aiguilles réunies : il est impossible d'en déterminer exactement la forme. L'hydrochlorate de cinchonine est soluble dans l'alcool ; l'éther sulfurique n'en dissout que des traces. Il se fond à une température inférieure à celle de l'eau bouillante, et par conséquent moins forte que celle à laquelle le sulfate de cinchonine entre en fusion.

L'hydrochlorate de cinchonine est composé, d'après la moyenne de plusieurs analyses, de :

Cinchonine,	100 ;
Acide hydrochlorique,	9,035.

D'un autre côté, si nous calculons l'analyse de l'hydrochlorate en faisant usage du nombre équivalent de cinchonine trouvée par l'analyse du sulfate, nous aurons :

Cinchonine,	100 ;
Acide hydrochlorique,	8,901 ;

quantités très-rapprochées de celles trouvées par l'analyse directe. Nous adopterons de préférence ce dernier résultat pour la composition de l'hydrochlorate de cinchonine, parce que l'analyse de l'hydrochlorate ne nous paraît pas pouvoir être faite avec autant de précision que celle du sulfate.

Du Nitrate de cinchonine.

§ 10. Pour préparer le nitrate de cinchonine, il faut employer de l'acide nitrique très-étendu ; car l'acide nitrique concentré réagit sur les élémens de la cinchonine. Si on convertit celui-ci en matières amères et tannantes, on peut obtenir un nitrate de cinchonine neutre. Lorsque la solution est assez concentrée, soit à chaud, soit à froid, une portion du nitrate se sépare en gouttelettes d'apparence oléagineuse, et qui, à une basse température, ressemblent à de la cire. Ce caractère distingue éminemment la cinchonine des autres alcalis organiques étudiés jusqu'ici. Il diffère aussi des nitrates de strychnine, de morphine et de brucine, en ce qu'il ne devient pas rouge par un excès d'acide nitrique.

L'analyse directe du nitrate de la cinchonine n'a pas été faite ; mais comme ce sel est neutre, on peut l'établir par le calcul ; on aura alors les résultats suivans :

Cinchonine, 100,000;
Acide nitrique, 17,594.

Du Phosphate de cinchonine.

11. Le phosphate de cinchonine est très-soluble et cilement cristallisable; il ne donne même que des imens de cristaux : le plus souvent il se dessèche s cristalliser, et se présente sous forme de plaques isparentes.

De l'Arséniate de cinchonine.

12. L'acide arsénique forme avec la cinchonine un neutre très-soluble, cristallisant très-difficilement. us n'avons préparé ce sel que pour donner un exem- de l'union de la cinchonine avec un acide métal- ue. Il n'est pas douteux que ce sel ne soit vénéneux me tous les arséniates.

De l'Acétate de cinchonine.

13. L'acide acétique dissout la cinchonine; la li- eur est toujours acide malgré l'excès de la cinchonine 'on pourrait avoir employé, et qui alors se déposerait fond du liquide. Cet acétate par évaporation, à un tain degré d'évaporation, laisse déposer sur lui, par roidissement, une substance saline sous forme de tits grains ou de paillettes translucides. Ces petits cris- ix lavés ne sont plus acides; mais aussi ne sont-ils que u solubles. Leur solution dans l'eau, aiguisée d'un u d'acide et évaporée lentement ou spontanément à

siccité, donne une masse d'apparence gommeuse. Cette masse, traitée par un peu d'eau froide, se dissout en partie. On obtient un acétate acide, et de l'acétate neutre reste au fond de la liqueur. On conçoit qu'un grand excès d'acide détermine l'entière dissolution.

De l'Oxalate de cinchonine.

§ 14. L'acide oxalique forme avec la cinchonine un sel neutre, très-peu soluble à froid lorsqu'il n'est pas avec excès d'acide. On peut très-facilement avoir l'oxalate de cinchonine en versant de l'oxalate d'ammoniaque dans un sel de cinchonine neutre et soluble. Il se forme sur-le-champ un précipité blanc qu'on pourrait prendre pour de l'oxalate de chaux en raison de son insolubilité dans l'eau froide ; mais l'eau bouillante en dissout des quantités très-sensibles. L'acide oxalique en excès se redissout facilement ; enfin il est très-soluble dans l'alcool, surtout à chaud : une partie s'en précipite par le refroidissement.

Du Tartrate de cinchonine.

§ 15. L'acide tartrique forme avec la cinchonine un sel peu soluble. Les tartrates alcalins précipitent aussi les sels solubles de cinchonine. Le tartrate de la cinchonine n'est cependant pas aussi insoluble que l'oxalate.

Du Gallate de cinchonine.

§ 16. L'acide gallique forme avec la cinchonine un sel neutre peu soluble à froid : ce sel est plus soluble à chaud. Par le refroidissement, les liqueurs qui en

contiennent en solution se troublent et deviennent laiteuses; mais, au bout de quelques heures, elles s'éclaircissent, et on trouve le gallate de cinchonine précipité sous forme de petits cristaux grenus, translucides, attachés aux parois du vase.

Il paraît certain que c'est à l'acide gallique que la teinture de noix de galle doit la propriété de précipiter les décoctions de quinquina : dans ce cas, l'acide gallique s'unit à la cinchonine et forme un gallate insoluble. Nous reviendrons plus tard sur cet objet.

§ 17. Après avoir constaté dans le quinquina l'existence de la cinchonine; après avoir prouvé qu'il jouissait des propriétés alcalines et qu'on devait le considérer comme une base salifiable organique; après en avoir examiné les propriétés, principalement sous ce dernier point de vue, il restait encore beaucoup de choses à éclaircir dans l'histoire du quinquina; nous devions rechercher, par exemple, à quel acide la cinchonine est unie, comment elle réagit, du moins chimiquement, sur les autres principes immédiats qui, dans le quinquina, lui sont associés. Il fallait déterminer si c'était la cinchonine qui donne exclusivement aux bonnes espèces de quinquina, et particulièrement au quinquina gris, la propriété de précipiter par la noix de galle ; si, dans ce cas, c'était l'acide gallique ou le tannin qui agit sur lui, la cinchonine ne précipitant ni par l'émétique ni par la gélatine; il fallait rechercher quelles étaient, dans le quinquina, les substances qui jouissaient de ces propriétés, et quelles étaient leurs relations avec la cinchonine : c'est ainsi que, de considérations en considérations, nous avons été conduits à nous occuper d'une

nouvelle analyse du quinquina basée sur la présence et l'influence de la matière alcaline qui existe dans cette écorce. Voici comme nous avons procédé :

Analyse du quinquina gris.

§ 18. Nous avons soumis à l'action de l'alcool fort et bouillant une quantité donnée de quinquina gris réduit en poudre : les premières teintures furent amères et très-colorées ; l'alcool n'ayant plus d'action sur le résidu, nous avons réuni les teintures alcooliques, et les avons distillées au bain-marie, après y avoir préalablement ajouté $\frac{1}{6}$ d'eau distillée. L'alcool séparé, nous avons trouvé à la surface de la liqueur aqueuse refroidie une couche de matière grasse verte que nous avons mise à part pour la purifier et l'examiner ultérieurement.

La liqueur que surnageait la matière grasse était louche et très-amère ; elle recouvrait un précipité abondamment formé par la matière connue sous le nom de *résine de quinquina* : c'était aussi une portion de la même substance qui rendait trouble la liqueur aqueuse. Cette matière, obtenue par filtration, était très-amère. La liqueur, filtrée, jouissait aussi d'une grande amertume ; elle précipitait abondamment la colle, l'émétique et la teinture de noix de galle. Nous reviendrons plus bas sur cette liqueur.

La matière résineuse, traitée par l'eau bouillante, s'y dissolvait en partie ; par le refroidissement, il se formait un précipité de matière résinoïde, et la liqueur filtrée ressemblait à celle dont nous venons de faire mention, mais était moins amère et moins chargée de substances solubles.

Par une suite de traitement avec l'eau bouillante et de filtration après refroidissement, nous avons obtenu une matière rougeâtre briquetée, n'ayant plus de saveur ni d'astringence, se dissolvant en très-petite quantité dans l'eau bouillante, s'en séparant en grande partie par le refroidissement. Ces dissolutions n'avaient pas de saveur très-sensible, elles ne précipitaient plus par la noix de galle ni par la gélatine; mais elles troublaient sensiblement la dissolution d'émétique. C'est cette substance rouge insipide que nous regardons comme le principe colorant du quinquina : nous consacrerons un chapitre à l'examen de ses propriétés.

§ 19. Les liqueurs chargées des principes solubles de la matière résinoïde du quinquina gris ont été réunies et évaporées avec soin jusqu'au $\frac{2}{3}$ de leur volume; dans cet état, elles se sont troublées par refroidissement, et ont laissé une matière rougeâtre qui, purifiée, était la matière colorante rouge dont nous venons de parler. Séparées de cette matière, les liqueurs ont donné par l'évaporation un bel extrait de quinquina, qui se redissout dans l'eau froide en abandonnant seulement quelques flocons de matière rouge. Comme il serait impossible de pouvoir assurer qu'à l'aide de dissolutions et d'évaporations répétées on pût séparer toute la matière rouge sans altérer les autres substances qui l'accompagnent, il faut avoir recours à d'autres moyens. Rappelons d'abord que ces liqueurs précipitent la colle animale, la teinture de noix de galle et l'émétique; qu'elles sont légèrement acides et très-amères; observons même que tout le principe amer du quinquina doit être rassemblé dans ces liqueurs, puisque la partie du quin-

quina sur laquelle l'alcool n'a plus d'action est presque insipide et nullement amère, et que la matière rouge insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, est également privée d'amertume. A cette époque de l'analyse et après beaucoup de tâtonnemens qu'il est inutile de rapporter, nous avons cru devoir traiter les liqueurs par de la magnésie très-pure et en grand excès, à l'aide de l'ébullition prolongée au moins pendant quinze minutes. On reconnaît qu'on a employé assez de magnésie lorsqu'après le temps prescrit pour l'ébullition, la liqueur filtrée a perdu toute sa couleur rouge, et n'a plus qu'une teinte jaune plus ou moins jaune; on ne la filtre cependant qu'après son entier refroidissement; elle passe très-claire, d'un beau jaune, et est légèrement amère. Nous dirons par la suite pourquoi l'on est obligé d'employer un excès de magnésie.

Si maintenant on essaie la liqueur filtrée par les *trois réactifs précités*, on trouve qu'elle a perdu la propriété de précipiter la colle animale et l'émétique; elle trouble à peine la décoction de noix de galle; d'où l'on peut conclure que les principes qui, dans le quinquina, précipitent la gélatine, l'émétique et la noix de galle, sont restés fixes dans la magnésie en totalité en ce qui concerne les principes qui peuvent précipiter les deux premiers de ces réactifs, et en grande partie pour ce qui regarde la substance qui précipite par la noix de galle. Si on évapore maintenant cette liqueur en consistance de sirop clair, et qu'on l'abandonne à elle-même pendant plusieurs jours, elle se prendra en un magma grenu : en traitant ce magma par de l'alcool très-fort, on obtient un sel presque blanc et sans amertume, le principe co-

lorant jaune qui l'accompagnait étant également soluble dans l'eau et l'alcool qui dissout aussi le principe amer, qui n'est autre chose que de la cinchonine enlevée par les eaux de lavage. En évaporant la teinture alcoolique à siccité, traitant le résidu par de l'éther, et abandonnant celui-ci à une évaporation lente au moyen d'un vase à ouverture très-étroite, la majeure partie de la cinchonine se précipite, tandis que l'éther non encore évaporé retient la matière jaune.

Le sel blanc purifié par l'alcool est très-soluble dans l'eau, difficilement cristallisable; sa saveur est fraîche et un peu amère. Une portion soumise à quelques épreuves chimiques s'est comportée de la manière suivante : exposé à l'action du feu, il se noircit, répand une odeur de caramel, et finit par laisser de la magnésie. Il ne précipite aucun muriate ni sulfate métallique; il est décomposé par la potasse, qui en sépare de la magnésie. Il paraît enfin résulter de l'union de la magnésie avec l'acide, qui, dans le quinquina, sature la cinchonine. Quelle était la nature de cet acide? La propriété qu'il avait de former avec la magnésie un sel soluble, et de ne point précipiter les solutions métalliques, nous fit conjecturer qu'il pouvait être l'acide kinique déjà découvert par M. Vauquelin dans le quinquina, où ce savant l'a trouvé combiné à la chaux : l'obtention de cet acide a confirmé notre soupçon.

Pour le séparer de la magnésie, nous avons décomposé le sel magnésien par de la chaux; la liqueur, filtrée et séparée de l'excès de chaux par l'acide carbonique, a été évaporée et abandonnée jusqu'à cristallisation. On a obtenu un sel qui avait tous les caractères du kinate de

chaux ; nous avons décomposé ce sel par l'acide oxalique mis en juste proportion, et par évaporation nous avons obtenu un acide qui avait tous les caractères de l'acide kinique. En le redissolvant dans de l'alcool, il se dépose des flocons qui ne sont autre chose que de la gomme. Nous reviendrons plus bas sur cet acide.

§ 20. Revenons maintenant au précipité magnésien que nous avons abandonné pour nous occuper de la liqueur qui s'en était séparée. Ce précipité, parfaitement lavé et desséché au bain-marie, a été traité à plusieurs reprises par de l'alcool fort ; ces divers traitemens lui ont enlevé toute son amertume. Les solutions alcooliques distillées, et sur la fin évaporées lentement, ont donné une matière cristalline d'une couleur verdâtre. Cette matière, lavée avec un peu d'éther, est devenue blanche et a offert tous les caractères de la cinchonine ; dissoute, elle précipitait abondamment par la teinture de noix de galle, mais n'avait aucune action sur la colle et l'émétique. Les substances qui ont de l'action sur ces deux réactifs sont donc encore restées dans la magnésie.

§ 21. Le précipité magnésien, n'abandonnant plus rien à l'eau ni à l'alcool, a été traité par de l'acide acétique étendu : aussitôt la liqueur acide s'est fortement colorée en rouge brun. En renouvelant l'action de l'acide étendu, on arrive à un point où l'on n'a plus qu'une matière d'un rouge terne sur laquelle l'acide étendu n'a plus d'action sensible.

Les liqueurs acides colorées contiennent les dissolutions de l'acétate de magnésie et une matière colorante soluble. Cette matière a la propriété de précipiter très-sensiblement l'émétique et abondamment la gélatine ani-

male. Cependant, une remarque importante est que cette matière ne précipite la gélatine que sous l'influence d'un acide libre. En effet, si on sature l'excès d'acide par une base quelconque, ou si on avait traité par l'acide acétique une masse de précipité magnésien telle que l'acide fût entièrement saturé par de la magnésie, alors on n'aurait pas de précipité par la gélatine.

Si on voulait séparer cette matière colorante rouge du sel magnésien, il faudrait la précipiter par de l'acétate de plomb, laver le précipité et le décomposer par l'hydrogène sulfuré : en évaporant la liqueur filtrée, on obtiendrait la matière colorante dépouillée de magnésie ; mais elle contiendrait un peu d'acide acétique. C'est à cette matière, que nous étudierons spécialement, que le quinquina doit sa propriété de précipiter la gélatine, lorsque l'acide que le quinquina contient naturellement en excès n'a pas été saturé par une base salifiable.

§ 22. La partie du précipité magnésien qui ne s'était pas dissoute dans l'acide acétique faible a été traitée par l'acide acétique concentré ; il s'y est dissous entièrement ; mais en ajoutant de l'eau dans la liqueur, il s'est fait un précipité abondant qui, recueilli, lavé d'abord à l'eau froide, puis à l'eau bouillante, perdit totalement son acidité, et se présentait avec tous les caractères de la matière rouge insoluble dont nous avons parlé. Cette substance, redissoute dans l'acide acétique, jouit de la propriété de précipiter l'émétique, mais ne précipite pas la colle. La liqueur dont nous avons précipité cette substance en retenait encore une partie dissoute à la faveur de l'acétate de magnésie. Cette même liqueur précipitait abondamment l'émétique, et très-peu la

colle : peut-être devait-elle cette dernière propriété, qu'elle n'avait que faiblement, à une certaine quantité de matière colorante soluble qu'elle aurait retenue, et qui aurait pu échapper à l'action de l'acide acétique faible.

La magnésie qu'on fait agir sur la matière résineuse du quinquina se combine donc avec deux matières colorantes rouges. L'une, soluble, d'un ronge brun, peut précipiter la colle animale et l'émétique lorsqu'elle est sous l'influence d'un acide; l'autre, rouge, insoluble, et ne précipitant pas la colle, même sous l'influence d'un acide, mais conservant la propriété de précipiter l'émétique.

Ces observations expliquent comment certains quinquinas précipitent l'émétique sans précipiter la colle, comme l'a remarqué M. Vauquelin.

Nous examinerons, dans des chapitres particuliers, les propriétés de ces deux matières, et nous ferons voir qu'elles ne sont, en dernier résultat, qu'une même substance diversement modifiée.

§ 23. La matière résinoïde du quinquina gris, c'est-à-dire, l'ensemble de toutes les parties solubles dans l'alcool, est donc composée des principes suivans :

1°. Une matière grasse verte.
2°. De la cinchonine;
3°. De l'acide kinique;
4°. De la gomme en petite quantité;
5°. Une matière colorante rouge soluble;
6°. Une matière colorante insoluble;
7°. Une matière colorante jaune.

Nous nous proposons de dire quelques mots de chacune de ces substances dans des paragraphes particuliers;

mais, dans ce moment, nous croyons devoir continuer notre analyse.

§ 24. Après avoir examiné la partie du quinquina soluble dans l'alcool, il nous reste à nous occuper de la partie insoluble dans ce menstrue. Nous la traiterons successivement par l'eau froide, l'eau bouillante, les acides et le feu.

§ 25. Lorsque l'on met le quinquina épuisé par l'alcool en macération dans l'eau froide, on obtient, au bout de quelque temps, une liqueur d'un jaune rougeâtre; cette liqueur est acide au tournesol, très-peu amère, assez astringente par la concentration; elle acquiert la propriété de précipiter la colle et l'émétique. Evaporée avec soin en consistance d'extrait, la moitié, soluble dans l'eau, a été traitée par de l'alcool; la substance susceptible de précipiter la colle et l'émétique a été obtenue par l'évaporation des liqueurs alcooliques, elle avait tous les caractères de la matière colorante rouge soluble lorsqu'elle est sous l'influence d'un air libre: c'est aussi cette matière que plusieurs chimistes, qui se sont occupés de l'analyse du quinquina, ont désignée sous le nom de *tannin*.

La matière insoluble dans l'alcool étant un mélange de kinate de chaux et de matière gommeuse, on peut en retirer le kinate de chaux par cristallisation, ou mieux encore mettre l'acide kinique à nu et le séparer de la gomme, comme nous l'avons dit à la fin du 18^{e} paragraphe de ce Mémoire.

C'est dans le produit du quinquina traité par l'eau que M. Vauquelin a trouvé le kinate de chaux mélangé de

gomme : cette partie de notre analyse coïncide parfaitement avec celle de ce savant.

§ 26. L'eau froide n'ayant plus aucune action sur le quinquina, nous avons fait agir l'eau bouillante sur cette écorce, et nous avons obtenu des décoctions légèrement colorées et presque sans saveur. Ces décoctions, transparentes à chaud, se troublaient par le refroidissement; chauffées, elles reprenaient leur transparence. Par l'addition de l'iode, ces liqueurs devenaient bleues; mais bientôt cette couleur disparaissait pour faire place à une teinte brune : l'alcool formait, sans ces mêmes liqueurs, un précipité brun, et le sulfate de fer un précipité brun-verdâtre; dans ce cas, la liqueur surnageante prenait une teinte d'un beau vert. Ces phénomènes indiquaient évidemment la présence de l'amidon et du tannin, et l'on croit, d'après les expériences de M. Vauquelin et de Thomson, que le tannin et l'amidon mis en présence peuvent s'unir en formant une combinaison beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid.

Pour donner à cette conjecture une entière certitude, nous avons combiné à l'amidon la matière colorante rouge soluble du quinquina, qui, sans l'influence d'un acide, fait fonction de tannin. Nous avons également combiné à de l'amidon du tannin de noix de galle, et nous avons obtenu des précipités analogues à ceux que nous examinons. Ces précipités se comportaient de même avec l'iode et l'alcool; dissous à chaud, ils précipitaient le fer de ses solutions. La couleur des précipités fournis par le fer variait seulement suivant l'espèce de matières tannantes. Ces précipités se redissolvaient aussi lorsque la température de la liqueur était élevée à 50 d. au-dessus de zéro.

§ 27. Après avoir épuisé l'action de l'eau bouillante sur le quinquina, nous avons mis ce résidu dans de l'acide nitrique étendu. Les liqueurs ne se sont pas sensiblement colorées, cependant elles donnaient quelques flocons lorsqu'on les saturait avec des sous-carbonates de potasse : ces flocons étaient solubles dans l'eau bouillante, et devenaient bleus par l'iode, caractère de l'amidon, qui déjà avait été signalé dans le quinquina par M. Lauber.

Nous n'avons pu constater dans le quinquina la présence du sucre. Cependant les eaux-mères de kinate de chaux avaient une odeur marquée de mélasse, qui nous fait soupçonner la présence du sucre incristallisable. Nous n'osons pas cependant nous prononcer à cet égard.

§ 28. Le quinquina, après ces divers traitemens, n'était plus que du bois ; incinéré, il fournissait quelques traces d'une cendre formée de carbonate de chaux.

Le quinquina non traité par l'alcool et l'eau fournit des cendres un peu plus volumineuses, mais de même nature. On n'y signale aucune trace de sulfates et d'hydrochlorates alcalins.

§ 29. Le quinquina gris est donc composé :

1°. De la cinchonine unie à l'acide kinique ;
2°. De matière grasse verte ;
3°. De matière colorante rouge très-peu soluble ;
4°. De matière colorante rouge soluble (tannin) ;
5°. De matière colorante jaune ;
6°. De kinate de chaux ;
7°. De gomme ;
8°. D'amidon ;
9°. De ligneux.

Nous allons maintenant reprendre en particulier les diverses substances trouvées dans le quinquina pour établir les faits qui sont relatifs à chacune d'elles, et qui n'ont pu être rapportés dans l'exposé de l'analyse de cette écorce. Nous ne nous occuperons cependant plus de la cinchonine, qui a déjà été l'objet d'un chapitre de ce Mémoire. Nous n'aurons rien non plus à dire sur la gomme, l'amidon et le ligneux du quinquina, parce que ces substances n'offrent rien de particulier.

De la Matière grasse verte du quinquina gris.

§ 30. Cette matière avait été obtenue à l'état de pureté par M. Lauber, pharmacien en chef des armées. Il l'a retirée du quinquina, en traitant le quinquina gris par l'éther sulfurique. Il en a décrit les propriétés avec soin. Cette substance est verte, soluble dans l'alcool bouillant, s'en précipite par le refroidissement ; elle est très-soluble dans l'éther sulfurique, même à froid. Les alcalis fixes la saponisent. M. Lauber parle de son âcreté : cependant, quand elle vient d'être extraite et qu'elle est bien purifiée, elle ne nous a pas paru avoir de saveur bien marquée ; du reste, la matière grasse du quinquina gris se rapproche beaucoup de la matière grasse que nous avons trouvée dans plusieurs végétaux, et particulièrement dans l'ipécacuanha, et n'a de particulier que sa teinte verte. Peut-être cette couleur est-elle due à un peu de chlorophylle. Nous verrons par la suite que la matière grasse de quelques autres quinquinas n'a pas cette couleur verte, et cependant ne diffère de la matière grasse du quinquina gris par aucune propriété saillante.

De la Matière colorante rouge insoluble du quinquina gris.

§ 31. Indépendamment des procédés que nous avons indiqués pour obtenir la matière colorante rouge insoluble, ou plutôt peu soluble du quinquina gris (*voyez* § 17 et § 21), il s'en présente un autre que nous regardons comme plus avantageux, quand on a pour but l'extraction de cette matière, et non l'analyse du quinquina.

Il faut prendre l'extrait alcoolique de quinquina gris, et le faire bouillir dans de l'eau légèrement aiguisée d'acide hydrochlorique. On renouvelle plusieurs fois cette opération qu'on termine par quelques lavages à l'eau distillée bouillante. On enlève par ce moyen la cinchonine, la gomme, la matière colorante rouge soluble, la matière colorante jaune; la matière rouge insoluble reste avec de la matière grasse; on enlève celle-ci par de l'éther.

L'eau aiguisée d'acide dépouille plus facilement la matière rouge insoluble du quinquina des substances qui lui sont étrangères. On peut donc employer moins d'ébullition et de lavages : c'est en cela que consiste l'avantage du procédé. On peut ensuite extraire facilement la cinchonine contenue dans les liqueurs acides. — Dans ce traitement, on dissout toujours un peu de matière colorante à la faveur de l'acide; mais cette voie est inévitable quand on veut obtenir cette substance à l'état de pureté.

§ 32. La matière rouge insoluble est insipide, inodore, d'une couleur rouge-brune; l'alcool la dissout en grande proportion, surtout à chaud. L'éther et l'eau ont très-peu d'action sur elle, cependant l'eau bouillante en dissout une petite quantité. Les acides favorisent sa disso-

les propriétés, qui s'accordent avec celles de notre substance. Nous croyons donc devoir les regarder comme identiques, et nous n'hésitons pas à adopter le nom de *rouge cinchonique*, qui peut convenir tant qu'on n'aura pas trouvé le même principe dans des végétaux d'un autre genre.

(*La suite au Cahier prochain*).

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 2 octobre 1820.

Le Ministre de l'Intérieur adresse à l'Académie l'ordonnance par laquelle Sa Majesté approuve la nomination de M. Gauss à la place d'associé étranger vacante par la mort de sir Joseph Banks.

M. Allenet envoie un *Mémoire sur un instrument propre à remédier à l'incontinence d'urine.* Ce Mémoire sera examiné.

M. Fohman dépose un écrit intitulé : *Résultats de quelques expériences sur les vaisseaux chylifères* : des commissaires seront chargés d'en rendre compte à l'Académie.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire* intitulé : *Observations pathologiques sur le crâne humain.*

M. Dupin lit ensuite un *Mémoire sur les progrès de l'état sanitaire de la flotte britannique.*

M. Coquebert de Montbret rend compte des observations qu'il avait faites à Londres pour déterminer le

rapport de la livre troy au kilogramme, en réponse aux doutes qui viennent d'être élevés sur l'exactitude de ce rapport. Nous reviendrons une autre fois sur cet objet.

Séance du lundi 9 *octobre.*

Un anonyme adresse une lettre de change de 600 fr., à l'ordre d'un des secrétaires, pour servir à un prix sur des questions indiquées dans une note jointe à la lettre.

L'Académie nomme une Commission pour examiner les questions, et décider si la somme doit être acceptée : elle est composée de MM. Laplace, Berthollet, Charles, Humboldt et Arago.

M. Ampère lit un troisième *Mémoire sur les phénomènes que présente la pile voltaïque*, et sur la marche qu'il se propose de suivre dans le calcul des actions de deux courans électriques de longueur finie, lorsque les expériences, dont il s'occupe maintenant, auront fait connaître la loi des attractions et des répulsions pour des portions infiniment petites de ces mêmes courans. Dans des expériences faites devant l'Académie, M. Ampère montra que deux courans rectilignes se comportent comme les courans en spirale qu'il avait employés le 25 septembre.

M. Boisgiraud lit un *Mémoire sur l'action que la pile voltaïque exerce sur l'aimant.* (*Voyez* plus haut.)

Séance du lundi 16 *octobre.*

M. Pecqueur présente une *nouvelle méthode pour calculer les rouages des machines d'horlogerie.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

La Commission nommée dans la dernière séance est d'avis que les questions énoncées dans le programme de l'anonyme ne peuvent pas être proposées par l'Académie ; d'après cela, l'Académie n'accepte pas le don de 600 francs.

M. Ampère lit une note pour montrer que toutes les circonstances des expériences que M. Arago a faites sur l'aimantation des fils d'acier par l'action de la pile, sont conformes à l'identité qu'il a établie entre les courans électriques et ceux qu'il admet dans les aimans perpendiculairement à la ligne passant par les deux poles. (*Voyez* le Cahier de septembre.)

M. Aimé Giraud lit un *Mémoire sur les phlegmasies muqueuses.*

M. Magendie lit un *Mémoire sur le mécanisme de l'absorption dans les animaux à sang rouge et chaud.* (*Voyez* plus bas.)

M. Pelletier a occupé le reste de la séance par la lecture de son grand travail sur l'*analyse du quinquina.*

Séance du lundi 23 octobre.

M. Quentin adresse un *Projet de description qui pourrait s'adapter à tous les départemens de la France.* (Renvoyé à la Commission de statistique.)

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un *Mémoire* intitulé : *De l'Epactal, du Proral, et généralement de tous les matériaux primitifs de l'occipital chez l'homme.*

M. Dupetit-Thouars lit une *Note sur une fleur de pavot oriental dont le plus grand nombre des étamines se trouve changé en pistils.*

On dépose un *Mémoire* de M. Gaillon *sur la cause de la couleur verte dont se chargent les huîtres des parcs à certaines époques de l'année.*

On appelle *parcs*, ces réservoirs d'eau salée où l'on place les huîtres à leur sortie de la mer, pour les améliorer et leur faire perdre leur âcreté primitive. A certaines époques de l'année, particulièrement en avril et juin, l'eau de ces parcs et les huîtres qui y vivent acquièrent une teinte d'un vert foncé. Or, d'après les observations microscopiques de M. Gaillon, cette couleur tient à un nombre incalculable d'animalcules linéaires, atténués, pointus, diaphanes et incolores aux deux extrémités, mais teints de vert à leur centre. M. Gaillon propose d'appeler cet animalcule *vibrion huîtrier.*

M. Moreau de Jonnès lit un *Mémoire* intitulé : *Résultats d'observations et d'expériences faites aux Antilles sur la quantité de pluie qui tombe dans ces îles.*

Un paquet cacheté présenté par M. Boileau fils, luthier, est accepté pour être déposé au Secrétariat.

Une Commission rendra compte d'un *Mémoire* que M. Martinet a lu devant l'Académie, *sur l'inflammation de l'arachnoïde.*

La Section de Physique présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein :

MM. Leslie, à Edimburgh ; M. OErsted, à Copenhague ; M. Chladny, à Wittemberg ; M. Brewster, à Edimburgh ; M. Dessaigne, à Vendôme ; M. Gilbert, à Leipzig.

Séance du lundi 30 *octobre.*

M. Delambre rend un compte verbal de ce qui compose le 4^e^ volume des *Astronomes grecs*, par M. l'abbé Halma.

M. Ampère annonce que l'action du globe terrestre amène dans un plan perpendiculaire à l'aiguille d'inclinaison, le plan d'une portion mobile du conducteur d'une pile voltaïque, cette portion étant disposée de manière à former un circuit presque fermé. Il montre les divers instrumens avec lesquels il a fait ces expériences.

M. Biot lit un *Mémoire sur les lois physiques suivant lesquelles les fils conjonctifs de métal agissent sur les aiguilles aimantées.* (*Voyez* le Cahier précédent.)

L'Académie va au scrutin pour la nomination d'un correspondant dans la Section de Physique générale. M. Leslie réunit 33 voix sur 37 ; il est proclamé.

Séance du lundi 6 *novembre.*

M. Yvart adresse un dessin de machine pour concourir au prix d'agriculture.

M. Vallée présente un *Traité manuscrit de la science du dessin, contenant la perspective, les ombres, etc.* Une Commission examinera cet ouvrage.

M. Biot donne communication d'une lettre de M. Rivière sur des lueurs et des flammes extraordinaires vues près du Fort-Royal à la Martinique. (Cette lettre sera imprimée dans le prochain Cahier.)

M. Prompt, de Strasbourg, adresse un Mémoire de

athématiques qui est renvoyé à l'examen de deux com-issaires.

M. Ampère communique un fait que M. Arago avait ussi observé de son côté, relatif à l'action des conduc-urs pliés en hélice. Il en tire diverses conséquences nportantes. (*Voyez* le Mémoire de M. Ampère, dans le ahier précédent.)

M. Fresnel dépose un paquet cacheté qu'il prie l'Aca-émie de faire conserver au Secrétariat.

M. Arago annonce verbalement qu'il a produit, à aide de l'électricité ordinaire, tous les phénomènes 'aimantation qu'il avait déjà observés en se servant de électricité voltaïque.

M. Ampère, qui avait déposé le paquet de M. Fresnel, emande qu'il soit ouvert. L'Académie y consent; et I. Ampère lit l'écrit qu'il renfermait. (*Voyez* le pré-édent Cahier.)

M. Gay-Lussac donne connaissance verbalement d'une réparation qui empêche les toiles de s'enflammer. Nous eviendrons plus tard sur cet objet important.

Lettre *de M^r* J. M. Haussmann *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur l'application des couleurs minérales aux étoffes.*

« Comme fabricant d'indiennes, ayant quelques con-aissances en chimie, je réussis, il y a déjà quarante-ix ans, à fixer le bleu de Prusse sur les étoffes de oton, et à transformer les couleurs olives, qui ont pour

base l'alumine et l'oxide de fer, en vert de toute beauté, par l'immersion dans une cuve d'eau légèrement acidulée, et chargée de prussiate de potasse. Ces sortes d'étoffes, teintes en bleu de Prusse, puis en olive transformé en vert, dont j'ai d'ailleurs fait mention dans plusieurs de mes Mémoires, étaient particulièrement recherchées dans le commerce.

» Par des procédés analogues à ceux employés pour les étoffes de coton, j'obtins les mêmes nuances et couleurs, sur des échantillons en soie; et, depuis une dizaine d'années, je suis même parvenu à fixer le bleu de Prusse sur la laine, et à produire sur le drap les mêmes nuances que sur le coton et la soie. J'en conserve des échantillons qui l'attestent suffisamment.

» Si M. J.-L. Lassaigne avait eu l'occasion de lire ceux de mes Mémoires qui ont été insérés, dans le temps, dans les *Annales de Chimie* et dans les Cahiers du *Journal de Physique* de Delamétherie, il aurait reconnu qu'il y a plus *qu'un petit nombre d'années* que l'on a commencé à employer des productions minérales dans l'art de la teinture, et que, dès que je me suis voué à l'état de fabricant, je me suis occupé à fixer les oxides métalliques sur les étoffes.

» J'ai même eu souvent des résultats satisfaisans. La dissolution nitrique de l'oxide rouge de mercure précipitée sur un échantillon de coton m'a procuré un très-beau jaune; et la dissolution d'or, par une précipitation ammoniacale sur l'étoffe, a produit un jaune semblable, mais qui se brunissait par le repos, probablement par suite de la perte d'une partie de son oxigène. Croyant que ce jaune d'or pourrait être fulminant, j'usai de toutes

précautions en séchant l'échantillon sur lequel je l'avais
é ; mais je n'observai pas la moindre fulmination.
oxide d'argent fixé sur l'étoffe noircissait aussi de plus
plus, et ne produisit, par cette raison, rien de beau.

» Ces désoxidations spontanées ne purent manquer de
e suggérer l'idée de fixer sur les étoffes l'or et l'argent
ec tout leur éclat métallique, par une désoxidation
mplète, au moyen des désoxidans connus, tels que le
oto-sulfate de fer et le proto-chlorure d'étain ; mais il
rait que la réduction par la voie humide de ces deux
étaux ne peut avoir lieu sans qu'ils se trouvent en dis-
lution. Si, par la voie humide, il était possible d'ob-
nir un sulfure d'étain ou or mussif avec l'éclat du vé-
table or, comme on l'obtient réellement par la voie
che, il est probable que l'on parviendrait à fixer sur les
offes une dorure semblable à celle du véritable or.

» Le pourpre d'or de Cassius me procura des résultats
rieux, comme on peut le voir dans un de mes Mé-
oires ; car ayant trouvé le moyen de l'obtenir en dis-
olution d'une très-belle teinture purpurine, je m'en
is procuré de très-beaux échantillons sur soie et sur
oton, en couleurs cramoisie, violette, lila et grise, qui
e pouvaient être détruites que par la combustion, et
ont les cendres doraient l'argent à froid.

» J'avais aussi essayé de former sur les étoffes, et
y fixer les sulfures d'arsenic, d'antimoine et de mer-
ure ; mais comme ces sortes d'expériences ne me pro-
uisirent rien de satisfaisant, surtout en impressions
our indiennes, je les abandonnai avec d'autant moins
e regrets, qu'à l'aide de la gaude et du quercitron,
onjointement avec la garance et la cochenille, je pus

me procurer à-peu-près les mêmes couleurs que je voulais obtenir. Plusieurs d'entre elles ne le cèdent même en rien au plus beau chromate de plomb, dont la formation sur les étoffes, par l'impression, présente encore quelques difficultés que l'on pourra néanmoins parvenir à surmonter.

» Mes Lettres et Mémoires, que l'on trouve dans les *Annales de Chimie* et dans le *Journal de Physique* de Delamétherie, datent de 1787 jusqu'en 1806. Dans une de mes Lettres à M. Berthollet, du 10 janvier 1790, je suis nommé, par erreur d'impression, *Hauffmann*, au lieu de *Haussmann:* il en est de même dans un de mes Mémoires qui se trouve dans le Cahier CLVIII des *Annales de Chimie* du 30 nivose an 13.

» J'ose réclamer de vous, Messieurs, l'insertion de mes observations dans un des Cahiers des *Annales de Chimie et de Physique.*

» Je suis, etc. »

EXTRAIT *d'un Mémoire sur le Mécanisme de l'absorption chez les animaux à sang rouge et chaud.*

PAR M. MAGENDIE.

(Lu à l'Académie des Sciences.)

CE phénomène, un des plus généraux de l'économie animale et l'un des plus intéressans, est pourtant un de ceux sur lesquels on a eu jusqu'ici le moins de notions positives. La plupart des auteurs qui s'en sont occupés, au

lieu de chercher à faire naître des faits nouveaux qui pussent servir à expliquer les anciens, ont trouvé plus commode de se borner aux spéculations ; ils ont supposé pour cette fonction des organes spéciaux, mais invisibles, et auxquels on pouvait par conséquent attribuer toutes les propriétés qu'on jugeait convenables. Ils les ont doués de discernement, de volonté, de puissance, en un mot, de toutes les facultés que suppose chez un être raisonnable l'action de s'emparer d'un corps extérieur ; mode d'erreur, au reste, trop commun à l'homme que l'on voit disposé, dans tous les temps, à donner aux êtres créés par son imagination, ses besoins, ses passions et ses habitudes. Il est vrai que rien n'était moins prouvé que l'existence de ces organes ; que leur prétendu discernement était mis sans cesse en défaut dans les occasions les plus importantes ; mais les images dont on se servait étaient sensibles, faciles à saisir, et la théorie, basée sur des fondemens aussi ruineux, s'établit presque sans opposition.

La meilleure marche à suivre dans cette étude était de commencer par déterminer positivement quels étaient les organes de l'absorption : c'est le but que se proposa M. Magendie dans une première suite d'expériences. Il en déduisit les conséquences suivantes :

1°. Les veines sanguines sont douées de la faculté absorbante ;

2°. Il n'est pas démontré que les vaisseaux qui absorbent le chyle puissent absorber d'autres matières ;

3°. Le pouvoir absorbant des vaisseaux lymphatiques, autres que les chylifères, n'est pas encore établi sur des preuves assez satisfaisantes.

Dans des expériences nouvelles entreprises toujours dans le but d'éclaircir cette question, M. Magendie a d'abord déterminé quelle influence exerce sur l'absorption l'état de plénitude des vaisseaux sanguins. Ayant injecté dans les veines d'un chien une certaine quantité d'eau à 40° c., il plaça dans la plèvre une substance (l'extrait alcoolique de noix vomique) dont l'absorption est rendue sensible par des effets très-tranchés et très-prompts : cette fois, ces effets se montrèrent bien plus lents que de coutume. En répétant l'expérience sur d'autres animaux et augmentant progressivement la quantité d'eau injectée, il vit les phénomènes d'empoisonnement se montrer de plus en plus tard : enfin, dans un cas où l'animal avait reçu autant d'eau qu'il en pouvait supporter sans cesser de vivre, on n'avait, au bout d'une demi-heure, observé aucun des effets qui se montrent communément en moins de deux minutes.

L'état de pléthore des vaisseaux sanguins avait donc une influence bien marquée sur l'exercice de l'absorption. Quelle devait être celle qui doit exercer l'état de vacuité de ces mêmes vaisseaux? C'est ce que l'on chercha à connaître par l'expérience suivante : on fit à un chien une large saignée, puis on plaça dans la plèvre la quantité accoutumée de noix vomique, et l'on vit se manifester, avant la 30^{e} seconde, les effets qui n'auraient dû arriver qu'après 2 minutes.

Sur un autre chien, après avoir tiré des veines une certaine quantité de sang, on le remplaça par une quantité égale d'eau chaude, et l'absorption s'exerça comme si l'animal n'avait point été soumis à cette double opération.

La facilité avec laquelle s'exerçait l'absorption était donc toujours et uniquement en rapport avec la pression intérieure que supportaient les vaisseaux sanguins. Il y avait donc là quelque chose d'entièrement mécanique, un véritable phénomène de capillarité.

Mais s'il en était ainsi, si l'absorption dépendait uniquement de l'organisation des vaisseaux et de la capillarité de leurs pores, elle devait pouvoir s'exercer après la mort comme pendant la vie : c'est ce que l'expérience confirma.

On plaça dans une liqueur acide une veine dont les deux extrémités ne plongeaient point dans le liquide, puis on établit à l'intérieur de cette veine un courant d'eau chaude qui, d'après la disposition que nous venons d'indiquer, ne communiquait point avec le liquide qui environnait la veine. Cependant, au bout de quelque temps, la sortie par l'extrémité inférieure de la veine donna des marques bien sensibles d'acidité. Il y avait donc eu réellement passage à l'intérieur du liquide placé à l'extérieur de la veine ; il y avait eu absorption.

Dans une autre expérience, on plaça, dans le péricarde d'un chien mort de la veille, un mélange d'eau et d'acide acétique ; on établit un courant d'eau chaude par l'une des artères coronaires, et, au bout de quelques minutes, cette eau, qui revenait par la veine coronaire, donna de fortes traces d'acidité ; il y avait donc eu absorption, à la surface du cœur, du liquide acide contenu dans le péricarde. L'absorption était donc exercée, après la mort, par les petits comme par les gros vaisseaux.

Il restait encore à faire voir, par des expériences directes, que l'absorption s'exerçait de la même manière,

et dans les mêmes circonstances, pendant la vie. Cela avait été suffisamment prouvé, pour les dernières ramifications des vaisseaux sanguins, par des expériences précédentes. Mais pour les gros troncs, bien que tout portât à présumer qu'il en serait ainsi, cela avait encore besoin d'être prouvé par des faits.

Pour s'en assurer, on mit à nu sur un jeune chien une des veines jugulaires, on la dépouilla avec soin, on l'isola des parties voisines au moyen d'une carte interposée, on enduisit sa surface d'une dissolution épaisse d'extrait alcoolique de noix vomique ; et l'on vit, après la quatrième minute, se manifester les effets accoutumés, faibles d'abord, mais qui bientôt augmentèrent d'intensité.

La même expérience faite sur une artère donna les mêmes résultats, seulement plus lents ; ce qui s'explique fort bien par l'épaisseur plus grande des parois.

On conçoit comment, dans les deux expériences précédentes, l'absorption a dû s'opérer plus lentement que dans les circonstances ordinaires. Cela dépend en effet, non-seulement de ce que les substances absorbées avaient à traverser des parois plus épaisses, mais encore de ce que l'absorption s'opérait sur des surfaces bien moindres que dans les expériences précédentes, où, par exemple, la dissolution introduite dans la poitrine était en rapport avec toute la surface des deux plèvres.

Avec cette manière de concevoir l'absorption, on se rend raison d'une foule de phénomènes jusque-là inexpliqués, par exemple, de la guérison des hydropisies, des engorgemens ; des inflammations par la saignée, du défaut d'action des médicamens dans le moment d'une

fièvre violente où le système vasculaire est fortement distendu ; de la pratique de certains médecins qui purgent et qui saignent leurs malades avant de leur administrer des médicamens actifs ; des œdèmes généraux ou partiels dans les affections du cœur ou des poumons ; de l'usage des ligatures appliquées sur les membres après la morsure des animaux venimeux pour s'opposer aux effets délétères qui en sont la suite, etc.

Tels sont les principaux faits contenus dans ce Mémoire, outre l'utilité dont ils peuvent être pour la pratique de la médecine. Ils font voir comment on peut faire à la physiologie d'heureuses applications des connaissances physiques.

(Ce Mémoire sera inséré en entier dans le premier Numéro du *Journal de Physiologie expérimentale*, que va publier M. Magendie, à dater du mois de janvier prochain.)

Avertissement *sur la seconde édition du* Traité de Physique élémentaire *de M.* Biot (1).

(Deux volumes in-8° avec figures. A Paris, chez *Deterville*, libraire, rue Hautefeuille. Prix, 16 francs.)

Cette seconde édition est, quant au plan, absolument conforme à la première ; seulement j'ai tâché d'y corriger les imperfections de détail que j'avais pu recon-

---

(1) Le premier volume de la nouvelle édition du *Traité élémentaire de Physique* de M. Biot vient de paraître. Pour que les lecteurs soient en état de juger des améliorations que cette édition a reçues, nous mettons sous leurs yeux l'avertissement que l'auteur y a inséré. (R.)

naître par mon expérience ou par celle des autres, et j'y ai fait entrer les acquisitions nouvelles dont la physique s'est enrichie depuis 1817. Ainsi on y trouvera, dans l'acoustique, de grandes améliorations qui sont dues principalement aux belles recherches de M. Savart, sur les mouvemens vibratoires des corps solides. Dans la théorie de l'électricité, les expériences de M. Haüy et de M. Becquerel, sur l'électrisation des corps solides par compression, jointes à celles de M. Dessaignes, sur les effets analogues produits par l'immersion dans les liquides, semblent ouvrir enfin une voie pour arriver à reconnaître le rôle que les principes électriques jouent dans la constitution des corps, ainsi que le mode d'action des procédés qui déterminent leur dégagement dans un grand nombre de circonstances. J'ai donné à ces expériences le rang et l'étendue qu'elles méritaient. J'ai fait aussi, à la théorie du développement de l'électricité par contact, des changemens assez considérables. Cette théorie, telle que Volta l'avait présentée, semblait contrariée par plusieurs expériences, dont quelques-unes, récemment faites par M. Gay-Lussac, m'avaient été obligeamment communiquées par lui-même. En examinant ce qui produisait cette contradiction dans l'énoncé des faits, puisqu'elle ne pouvait se trouver dans les faits mêmes, j'ai reconnu qu'elle tenait uniquement à ce que, dans l'expression que Volta avait donnée de ses expériences fondamentales sur le contact des métaux hétérogènes, l'idée d'une force électro-motrice se trouvait employée d'une manière un peu trop vague ; de sorte qu'en y substituant la notion plus précise d'une condition d'équilibre électrique, seule chose réellement

observable dans ces phénomènes, l'enchaînement établi par Volta, entre eux, reprend toute sa généralité. L'admirable appareil que nous devons au génie de ce physicien illustre, acquérant tous les jours une importance nouvelle, par les merveilleux changemens qu'il détermine dans la constitution des corps, j'ai exposé les lois de ses effets chimiques avec beaucoup plus d'étendue que dans la première édition; et j'ai tâché d'y suivre aussi, autant que je l'ai pu, les lois de son équilibre électrique. Dans la théorie du magnétisme, j'ai inséré les résultats que M. Morlet a récemment obtenus relativement à la forme de l'équateur magnétique terrestre; résultats précieux par leur exactitude, et par la nouvelle indication qu'ils donnent de l'existence d'un centre magnétique principal, modifié par les actions beaucoup plus faibles de centres secondaires, conformément à l'induction que nous avions depuis long-temps tirée, M. de Humboldt et moi, de la discussion générale des inclinaisons dans les diverses contrées; de sorte que cette disposition des forces magnétiques permanentes exercées par le globe terrestre, est jusqu'ici la seule loi générale que l'on y ait reconnue. A cette occasion, j'ai insisté davantage sur les méthodes pratiques par lesquelles les élémens du magnétisme du globe peuvent être déterminés, soit à terre, soit à la mer, et j'ai indiqué les précautions qu'il faut prendre pour affaiblir ou corriger les perturbations produites dans la direction des aiguilles par les masses ferrugineuses contenues dans les navires. Enfin, j'ai indiqué une disposition d'appareil qui aurait la propriété d'agrandir l'amplitude des variations diurnes, dans une proportion pour ainsi dire indéfinie, et qui rendrait par

conséquent sensibles et observables les plus légers changemens que la force directrice puisse éprouver. A la suite de cette partie de la physique, on trouvera la belle découverte récemment faite par M. OErsted, sur les propriétés magnétiques que les fils de métal acquièrent lorsqu'ils sont traversés longitudinalement par le courant voltaïque, découverte qui semble devoir nous dévoiler de nouveaux rapports entre le magnétisme et l'électricité. Dans le mystère qui enveloppe encore la cause physique de ce phénomène, j'aurai soin d'exposer avec détail les observations auxquelles il aura donné naissance; et j'espère être en état d'y joindre l'analyse complète des forces qui le produisent, la loi fondamentale de ces forces étant déjà connue par le travail que nous avons présenté, M. Savart et moi, à l'Académie des Sciences le 30 octobre 1820. Dans l'étude de la lumière, la théorie de la double réfraction a pu être considérablement simplifiée au moyen de la loi générale que j'ai découverte relativement au mode suivant lequel les corps régulièrement cristallisés exercent ce genre d'action. J'y ai joint la description du nouvel appareil que j'ai employé pour établir cette loi, et qui donne le moyen de mesurer la double réfraction, aussi-bien que la réfraction simple, avec une minutieuse exactitude. J'ai pu également présenter les lois de la diffraction avec une netteté et une généralité incomparablement plus grandes que dans la première édition, en profitant du beau travail que M. Fresnel a fait sur ce sujet difficile, où l'on peut dire qu'il a tout de suite porté les expériences au dernier degré de précision imaginable, en même temps qu'il y a multiplié le nombre des résultats nouveaux. J'ai aussi

profité des faits importans découverts par M. Arago, tant dans cette branche de la physique que dans les autres parties de l'étude de la lumière, qui lui est redevable de tant de belles observations. Enfin, j'ai revu toute la théorie de la chaleur, d'après les travaux de MM. Laplace, Poisson et Fourier, et j'y ai joint les nouveaux et importans résultats obtenus sur les dilatations des corps, et leurs chaleurs spécifiques, par M. Dulong et par M. Petit, le même que nous avons perdu dernièrement, d'une manière si prématurée.

Telles sont les additions principales que j'ai faites à cette seconde édition : en parcourant les objets qu'elles embrassent, on remarque avec satisfaction que les nouvelles richesses acquises par la science ont toutes trouvé leurs places dans les grandes divisions déjà établies ; et que les découvertes mêmes les plus éloignées des faits déjà connus, se sont insérées parmi eux ou à leur suite, sans déranger les rapports par lesquels ils étaient déjà liés. Tel est le caractère d'une science faite ; ce qui ne veut pas dire limitée et finie, mais stable et impossible à renverser, parce qu'elle est fondée sur les rapports directs et numériques des résultats entre eux. La physique n'est peut-être pas encore parvenue à ce point de rigueur dans toutes ses parties ; mais elle l'a déjà atteint pour plusieurs d'entre elles ; et la progression rapide avec laquelle elle se complète tous les jours peut faire regarder l'époque de sa stabilité entière comme peu éloignée de nous.

Paris, novembre 1820.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	740,33	+ 8,6	85	745,70	+ 9,1	79	747,28	+10,1	57	751,18	+ 6,0	82	+10,1	+ 6,0	Couvert.	O.
2	755,46	+ 6,8	82	755,28	+10,5	68	754,86	+10,6	63	754,26	+ 7,3	95	+10 6	+ 2,2	Nuageux.	O. S. O.
3	754 03	+ 7,0	89	754,08	+10,2	79	754,20	+10,2	63	754,64	+ 6,2	92	+10,3	+ 5,3	Très-nuag., brouil.	S. O.
4	752,12	+ 6,0	80	751,80	+ 7,5	71	751,90	+ 8,2	76	753,43	+ 6,2	80	+ 8,2	+ 4,9	Couv., léger brouil.	E. S. E.
5	756,60	+ 3,5	92	756,70	+ 7,4	72	756,67	+ 8,6	47	756,68	+ 5,7	80	+ 8,6	+ 1,8	Beau.	O.
6	754,07	+10,1	95	754,07	+12,6	96	754,15	+12,5	90	754,37	+12,5	96	+12,6	+ 8,5	Pluie.	S O.
7	754,17	+12,2	93	754,05	+14,5	94	753,50	+14,6	93	753,80	+11,9	95	+14,5	+11,2	Couvert.	S. S. O.
8	751,28	+10,2	94	750,53	+13,2	79	749,52	+14,9	68	750,00	+12,0	80	+14,9	+ 8,5	Nuageux.	S. E.
9	749,98	+ 6,5	74	749,65	+ 9,0	64	749,20	+ 9,2	22	751,03	+ 6,0	32	+ 9,3	+ 5,2	Nuageux.	N. E.
10	752,89	+ 6,3	70	753,39	+ 6,8	74	753,60	+ 6,5	72	755,80	+ 5,8	77	+ 6,8	+ 5,8	Léger brouillard.	N. E.
11	758,26	+ 4,8	88	759,40	+ 7,0	78	760,00	+ 6,8	44	762,12	+ 3,5	63	+ 7,0	+ 3,2	Couvert.	N E fort.
12	761,32	+ 3,5	83	759,03	+ 5,0	52	757,84	+ 4,0	51	754,80	+ 0,5	70	+ 5,0	+ 0,2	Quelques éclaircies.	E. N. E.
13	748,37	+ 1,8	80	746,76	+ 3,9	72	745,90	+ 2,3	86	746,68	+ 0,7	89	+ 3,9	+ 0,4	Couvert, brouillard.	S. E.
14	748 88	+ 0,5	82	748,90	+ 0,3	77	748,20	— 0,3	72	748,61	+ 0,3	79	+ 0,8	— 0,3	Couvert, brouillard.	N.
15	749,78	— 0,0	83	750 15	+ 0,1	78	750,54	+ 0,9	79	751,71	+ 0,5	77	+ 0,9	— 0,2	Couvert, brouillard.	N. fort.
16	751,83	+ 0,1	81	751,76	+ 3,8	51	750,95	+ 4,5	40	751,40	+ 1,0	96	+ 4,5	— 0,8	Trouble et nuageux.	N. O. fort.
17	751,87	+ 1,8	89	752,02	+ 4,8	64	751,90	+ 4,1	74	751,84	+ 3,0	95	+ 4,8	+ 0,8	Couvert, brouillard.	O.
18	754,16	+ 3,0	96	754,70	+ 5,1	87	755,45	+ 5,4	90	755,82	+ 4,5	95	+ 5,4	+ 2,5	Couvert, brouillard.	S E.
19	758,42	+ 4,5	95	758,45	+ 6,5	94	758,18	+ 8,2	80	759,13	+ 6,0	90	+ 8,2	+ 4,2	Couvert, brouillard.	S. E.
20	760,58	+ 4,0	93	760,55	+ 7,8	87	760,28	+ 8,5	80	760,76	+ 6,4	90	+ 8,5	+ 3,0	Très-nuageux.	O.
21	759,93	+ 4,2	78	759,30	+ 7 8	69	758,32	+ 7,4	65	757,32	+ 3,4	83	+ 7,8	+ 3,1	Légèrement couvert.	S. E.
22	754 83	+ 1,5	89	753,92	+ 5,6	74	752,85	+ 6,8	73	752,86	+ 5,2	88	+ 6,8	+ 0,5	Nuageux.	S. E.
23	752,42	+ 7,1	95	752,00	+10,6	73	751,62	+10,8	72	752,97	+ 6,0	91	+10,8	+ 5,2	Couvert.	S. fort.
24	752,84	+ 2,5	95	751,52	+ 7,5	79	750,18	+ 7,6	71	748,45	+ 6,4	90	+ 7,6	+ 1,6	Trouble et nuageux.	S. E.
25	747,74	+ 7,0	90	748,20	+11,9	69	748,80	+12,1	67	751,60	+ 6,7	93	+12,1	+ 4,5	Quelques éclaircies.	S. E.
26	756,06	+ 3,8	95	756,37	+ 8,0	85	755,90	+10,8	72	755,93	+ 7,0	83	+10,8	+ 2,8	Beau, brouillard.	E. S. E.
27	756,50	+ 1,5	87	755,88	+ 4,8	71	755,50	+ 5,8	56	756,43	+ 1,2	91	+ 5,8	+ 0,5	Beau.	S E.
28	758,52	+ 0,0	85	758,87	+ 3,0	71	758,70	+ 5,5	67	760,52	+ 1,4	90	+ 5,5	— 1,2	Beau, brouillard.	E S. E.
29	763,95	— 1,2	92	763,70	— 0,2	86	763,75	— 1,8	85	764,06	— 2,3	85	— 0,3	— 2,5	Couvert, brouillard.	N. E.
30	763,18	— 2,2	86	762,48	— 0,2	84	762,00	+ 1,8	83	761,98	+ 2,0	88	+ 2,0	— 2,6	Couvert, brouillard.	N. E.
1	752,09	+ 7,7	86	752,53	+10,1	78	752,48	+10,5	65	753,52	+ 8,0	81	+10,6	+ 5,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	754,36	+ 2,4	85	754,28	+ 4,4	74	753,93	+ 4,4	72	754,39	+ 2,6	82	+ 4,9	+ 1,3	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 0,580
3	756,60	+ 2,4	90	756,22	+ 5,9	76	755,76	+ 7,0	73	756,20	+ 3,7	88	+ 6,9	+ 1,2	Moyenn. du 21 au 30.	Cour, 0,940
	754,35	+ 4,2	87	754,31	+ 6,8	76	754,06	+ 7,3	70	754,70	+ 4,7	84	+ 7,5	+ 2,8	Moyennes du mois,	+ 5,1.

SUITE

Des Recherches chimiques sur les Quinquinas.

Par MM. Pelletier et Caventou.

De la Matière colorante rouge soluble (matière tannante).

§ 35. La matière colorante rouge soluble du quinquina gris, obtenue par les procédés que nous avons rapportés (§ 21 et 25), jouit de toutes les propriétés qu'accordent au tannin les chimistes qui admettent encore l'existence de ce dernier principe. Elle est d'un rouge brunâtre, se dissout dans l'eau et l'alcool, a une saveur acerbe, se combine avec les oxides métalliques, précipite en vert foncé les dissolutions ferrugineuses à la manière du tannin du cachou et de la gomme kino. Elle précipite abondamment la colle animale, fait dans la solution d'amidon un précipité qui se redissout à 50d. au-dessus de zéro, et perd, par l'addition d'une base salifiable, la propriété de faire des précipités dans les solutions de ces dernières substances.

§ 36. On ne peut se refuser à admettre une grande analogie entre la matière tannante du quinquina et le rouge cinchonique modifié par la potasse; la différence qu'on remarque entre ces deux matières consiste principalement dans le moindre degré de solubilité du rouge cinchonique modifié. Il ne serait donc pas étonnant que la matière tannante du quinquina gris ne fût une modification naturelle du rouge cinchonique; cela expli-

querait comment quelques espèces de quinquina précipitent l'émétique sans précipiter la colle ; mais ici nous entrerions dans les hypothèses, et nous voulons nous borner aux faits.

§ 37. Nous pourrions terminer ici ce qui regarde la matière tannante du quinquina, mais cet objet se rattachant à un point de chimie générale, l'existence du tannin, nous ne voulons passer sous silence aucune observation. Nous avions remarqué une différence dans la manière dont agissent sur les sels de fer le tannin naturel du quinquina et le rouge cinchonique modifié par un alcali : le premier précipite le sulfate de fer en vert, et la liqueur surnageante est verdâtre; le second forme un précipité brun, et la liqueur surnageante est brune. Mais on sait qu'en admettant le tannin comme principe immédiat des végétaux, on est obligé de reconnaître plusieurs variétés de tannin qui diffèrent principalement par les teintes des précipités qu'ils font dans le sulfate de fer. Ainsi, le tannin de la noix de galle précipite le fer en noir bleuâtre, celui du cachou en vert, etc. D'ailleurs, si l'on extrait par des procédés entièrement semblables la matière tannante de diverses espèces de quinquina, on voit que ces matières précipitent diversement le sulfate de fer : celui du quinquina jaune fait un précipité brun-noirâtre, et celui du quinquina rouge un précipité brun-rougeâtre. Le rouge cinchonique du quinquina rouge traité par de la chaux, puis rendu libre par un acide en excès, précipite alors le sulfate de fer en vert.

Nous avons dit que la potasse enlevait à chaud à la matière tannante artificielle la propriété de précipiter la

gélatine sous l'influence d'un acide : nous nous sommes également assurés que la potasse agissait de même sur le tannin naturel du quinquina, et sur celui de la noix de galle. En effet, si on met de la potasse dans une infusion de noix de galle à froid, et qu'ensuite on sature la potasse par un acide, la propriété tannante n'est pas détruite ; mais si on fait bouillir les liqueurs pendant quelque temps, l'addition d'un acide ne rétablit plus la propriété tannante.

Il suit de ces faits, que non-seulement on peut considérer les tannins comme des substances composées et variables, provenant de l'union d'une matière végétale avec un acide, opinion déjà avancée par M. Chevreul et soutenue par l'un de nous (1), mais qu'on peut encore établir que certaines substances végétales non susceptibles de s'unir directement aux acides pour former des matières tannantes acquièrent cette propriété par suite de la réaction de quelques bases salifiables, et donnent alors lieu à des tannins artificiels qui diffèrent selon la matière végétale et l'acide dont ils sont formés.

De la Matière jaune du quinquina gris.

§ 38. La matière colorante jaune du quinquina gris obtenue par le procédé indiqué précédemment, ne doit pas être confondue avec ce que plusieurs auteurs ont nommé *matière jaune, matière jaune amère* du quinquina. Dans ces corps, la matière colorante jaune était associée à d'autres substances, particulièrement à des sels

(1) M. Pelletier, *Annales de Chimie.*

de cinchonine. La matière jaune que nous signalons ici est une véritable matière colorante ; elle n'a pas de saveur très-marquée ; elle est soluble dans l'eau, l'alcool et même l'éther ; elle est précipitée par le sous-acétate de plomb : ce sel peut fournir le moyen de la séparer entièrement de la cinchonine. Elle ne précipite ni la colle, ni l'émétique, ni la noix de galle ; elle n'est pas fixée par la magnésie, mais elle paraît avoir quelque affinité avec l'alumine : cette substance ne jouant pas un grand rôle dans le quinquina, nous ne nous y arrêterons pas davantage.

De l'Acide kinique.

§ 39. L'acide kinique, découvert dans le quinquina par M. Vauquelin, peut être retiré du kinate de chaux, en suivant le procédé indiqué par ce savant. On peut aussi le séparer de la cinchonine par le procédé que nous avons indiqué (§ 19). M. Vauquelin a fait voir que cet acide différait de tous les acides connus par les propriétés suivantes : il est très-soluble, et cependant il peut cristalliser ; sa saveur est très-acide, légèrement amère ; ses sels terreux et alcalins sont solubles et cristallisables ; il ne précipite point les sels de plomb, de mercure ni d'argent ; il forme avec la chaux un sel qui cristallise en lames rhomboïdales. A ces détails, nous n'ajouterons que quelques faits qui nous sont particuliers. Nous croyons qu'on doit signaler sa saveur comme purement acide ; l'amertume qu'il a, dans quelques circonstances, ne provient que d'un peu de cinchonine qu'il retient alors. L'acide kinique et les kinates alcalins n'ont précipité aucune des solutions métalliques dans lesquelles nous les

avons versés : cependant il faut en excepter le sous-acétate de plomb ; car, lorsqu'on verse de l'acide kinique dans ce sel, il se forme un précipité blanc qui n'est autre qu'un sous-kinate de plomb, et le sous-acétate de plomb est converti en acétate neutre.

Une propriété singulière de l'acide kinique est de fournir par l'action du feu un acide pyrogéné cristallisable : caractère qui rapproche l'acide kinique des acides mucique, tartrique et sorbique. En effet, si on soumet l'acide kinique à l'action de la chaleur dans des vaisseaux distillatoires, on voit l'acide se boursouffler, noircir et répandre une fumée blanche et piquante ; il passe un liquide brun, huileux, très-acide ; quelques cristaux se manifestent au col de la cornue ; les cristaux ont été redissous, et la liqueur, distillée, filtrée à travers du coton mouillé pour retenir l'huile, a été soumise à une évaporation lente. A un certain degré de concentration et par le refroidissement, il s'est formé des cristallisations en houpes et à rayons divergens : ces cristaux sont l'acide pyro-kinique.

De l'Acide pyro-kinique.

§ 4o. L'acide pyro-kinique est très-soluble dans l'eau et l'alcool ; il est sans odeur ; il paraît devoir être blanc puisqu'il se dépouille de plus en plus de sa couleur par des cristallisations répétées. Il forme des sels solubles avec les alcalis, la baryte et la chaux ; il précipite légèrement l'acétate de plomb et le nitrate d'argent. Il diffère essentiellement de l'acide kinique et des autres acides connus, par la propriété qu'il a de former un précipité

d'un très-beau vert dans le deuto-sulfate de fer. Il est inutile de remarquer qu'il ne précipite ni l'émétique ni la colle, et qu'ainsi on ne peut supposer que les précipités verts qu'il fait dans les sels de fer sont dus à une matière tannante : du reste, cet acide est tellement sensible à la présence du fer, qu'il prend une couleur verte lorsqu'on l'unit à de la chaux ou de la baryte qui contiennent des traces de ce métal.

Nouveau procédé pour l'extraction de la cinchonine.

§ 41. L'analyse du quinquina gris et l'examen que nous avons fait de ses principes constituans nous ont suggéré, pour l'extraction de la cinchonine, un procédé plus avantageux que celui indiqué dans le commencement de ce Mémoire. Ce procédé consiste à prendre de l'extrait alcoolique de quinquina gris, et à le traiter à chaud par de l'eau aiguisée d'acide hydrochlorique. L'acide dissout la cinchonine et la sépare du rouge cinchonique et de la matière grasse ; on traite la liqueur par de la magnésie en excès ; cette base s'empare de l'acide hydrochlorique, et retient le rouge cinchonique qui aurait pu être dissous à l'aide d'un excès d'acide hydrochlorique. On lave alors le précipité magnésien ; on le fait sécher au bain-marie, et on le traite par l'alcool, qui dissout la cinchonine. On peut alors obtenir la cinchonine par l'évaporation de l'alcool.

Quelquefois la cinchonine retient un peu de matière grasse : cela a lieu surtout quand on n'a pas assez étendu l'acide hydrochlorique. On peut aussi employer l'éther, ou mieux encore redissoudre la cinchonine dans

de l'acide hydrochlorique faible, et la reprendre par la magnésie et l'alcool.

Ce procédé est avantageux en ce que le traitement de la matière résinoïde du quinquina par la potasse est fort difficile à effectuer ; car, si la solution de potasse est très-étendue, il faut un temps très-long pour enlever tout le rouge cinchonique, et si la solution de potasse est concentrée, on perce toujours les filtres.

On peut aussi employer avec avantage l'acétate de plomb pour la purification de la cinchonine ; nous nous en sommes servis dans le traitement de plusieurs eaux-mères très-colorées, et dans lesquelles il y avait encore de la cinchonine. L'acétate de plomb, et surtout le sous-acétate, précipite la matière grasse et les matières colorantes du quinquina, en laissant la cinchonine dans la liqueur à l'état d'acétate. Cependant nous nous sommes aperçus que les précipités entraînaient un peu de cinchonine, surtout lorsqu'on employait le sous-acétate de plomb. Ce procédé nous sera très-utile, par la suite, dans l'analyse de certains quinquinas peu riches en cinchonine.

§ 42. Nous avons, dans plusieurs occasions, insisté sur la nécessité où l'on était, pour obtenir la cinchonine, d'employer la magnésie en excès. En effet, si on n'ajoutait pas un excès de magnésie, il en résulterait deux inconvéniens : le premier serait qu'en traitant le précipité magnésien par de l'alcool, on dissoudrait du rouge cinchonique en même temps que la cinchonine, et alors on aurait une matière très-impure. Le second inconvénient se présenterait dans le lavage du précipité magnésien par l'eau ; lavage qui a pour but d'enlever le kinate de mag-

nésie ou l'hydrochlorate, quand on emploie l'acide hydrochlorique : dans l'un et l'autre cas, si on n'avait pas mis un excès de magnésie, ces eaux de lavage dissoudraient du rouge cinchonique qui entraînerait de la cinchonine avec lui, le tout en pure perte. Dans ce cas, les eaux de lavage, au lieu d'être jaunes, sont rouges ; elles se troublent bientôt. Il se forme à leur surface des pellicules insolubles, etc. Les acides, en très-petites quantités, déterminent un précipité rougeâtre dans ces liqueurs ; le chlore fait le même effet ; un excès de ces corps redissout le précipité. Pendant quelque temps, nous n'avons su à quoi attribuer la formation de ces pellicules ; elles nous rappelaient cet extrait oxigéné dont il était si souvent fait mention dans l'analyse des végétaux, à l'époque du renouvellement de la théorie chimique. Nous avons même cru un instant que l'oxigène de l'air contribuait à la formation de ces pellicules ; mais les ayant vu se former sous des cloches remplies de gaz hydrogène et d'acide carbonique, ainsi que dans des vaisseaux fermés, nous avons abandonné cette opinion ; nous croyons plutôt que le kinate de magnésie ou l'hydrochlorate qui se trouve dans la liqueur est peu à peu décomposé par la cinchonine, à la faveur de l'excès de matière colorante. En effet, si on examine les pellicules qui se forment, on trouve qu'elles sont formées de magnésie et de matière colorante rouge. Or, la magnésie était combinée à un acide, et formait un sel soluble ; la cinchonine était libre ou faiblement unie à la matière colorante ; la réaction a donc pu avoir lieu en vertu d'une sorte d'affinité double, ou plutôt en raison de l'attraction de cohésion qui tend à réunir entre elles les substances dont

la combinaison est insoluble, comme M. Berthollet l'a démontré en thèse générale.

C'est à des réactions analogues qu'on doit souvent attribuer les précipitations qu'on remarque dans les décoctions des matières végétales.

Examen chimique du quinquina jaune (cinchona cordifolia).

Extraction de la matière alcaline.

§ 43. La meilleure manière d'examiner les diverses espèces de quinquina consiste à les considérer sous les mêmes rapports, et, autant que possible, à les traiter par les mêmes méthodes. M. Vauquelin nous avait déjà donné l'exemple de cette marche dans l'examen qu'il fit, il y a quelques années, d'un grand nombre d'écorces de ce genre. Nous avons donc pensé qu'il fallait, avant tout, nous assurer si la cinchonine existait dans le quinquina jaune, si elle pouvait être obtenue par les méthodes employées pour l'extraire du quinquina gris, et si elle était identique dans ces deux écorces. Nous avons donc préparé des teintures de quinquina jaune, pour en extraire la matière résinoïde : celle-ci, traitée par la potasse, a laissé une substance jaunâtre qui s'est dissoute, en grande partie, dans de l'acide hydrochlorique étendu d'eau, en abandonnant une matière grasse qui ne différait de celle du quinquina gris que par sa couleur jaune. La liqueur acide était colorée en jaune, elle avait une très-forte amertume, et ressemblait beaucoup à

une dissolution hydro-chlorique de cinchonine. Dans cet état, nous y avons ajouté de la magnésie en quantité plus que suffisante pour s'emparer de l'acide hydrochlorique. La liqueur s'est, en grande partie, décolorée. Le précipité magnésien a été lavé, desséché au bain-marie et traité par l'alcool.

Les liqueurs alcooliques ont été d'abord distillées, puis abandonnées à une évaporation lente; nous nous attendions alors à avoir une belle cristallisation de cinchonine : quelle a été notre surprise de n'obtenir qu'une substance jaunâtre transparente et nullement cristalline !

La substance obtenue devait être, selon nous, de la cinchonine, mêlée de quelque matière étrangère et particulière au quinquina jaune : tous nos soins se sont donc portés à séparer de la cinchonine prétendue la matière étrangère que nous supposions devoir y être unie: la dissolution dans de nouvelles quantités d'acide ne nous a rien offert de particulier : seulement on séparait quelquefois un peu de matière grasse, encore cela n'avait-il lieu que dans le cas où la substance soluble dans l'acide hydro-chlorique avait été dissoute par un acide trop concentré, parce que, dans ce cas, un peu de matière grasse avait été entraîné. Supposant la présence d'une matière colorante jaune, nous avons eu recours au sous-acétate de plomb. La petite quantité de précipité obtenu par ce moyen n'a pas répondu à notre attente, et cette prétendue cinchonine s'est encore présentée sous forme de plaques non cristallisées. Sachant enfin que l'éther ne dissolvait la cinchonine que dans certaines limites, nous avons recouru à cet agent; mais

notre substance s'y est dissoute entièrement, avec la plus grande facilité, et par l'évaporation lente de l'éther, nous n'avons obtenu aucune marque de cristallisation. Enfin, ayant dissous notre matière dans de l'acide acétique, nous y avons versé de l'oxalate d'ammoniaque ; sur-le-champ il s'est formé un précipité d'un blanc éclatant qu'on aurait pris pour de l'oxalate de chaux, s'il n'eût été soluble dans l'alcool. Ce précipité, traité par de la magnésie, et depuis par de l'alcool, a encore fourni une substance non cristallisée. Enfin, chose remarquable ! cette matière, ainsi traitée, se dissolvait dans tous les acides (quelques-uns seulement devant être en excès), et formait des sels très-blancs qui semblaient être plus facilement cristallisables que les sels de cinchonine, dont ils différaient aussi par la forme et l'aspect. C'est ainsi que, par la force des choses, nous avons été amenés à considérer la matière amère du quinquina jaune comme une base salifiable particulière et différente de la cinchonine. Nous déclarons en même temps que ce n'est qu'après de mûres réflexions, par suite de nombreux essais, et après avoir fait un grand nombre de sels, que nous nous sommes décidés à distinguer l'alcali du quinquina jaune de celui du quinquina gris ; mais ce qui nous a surtout déterminés à faire cette distinction, c'est l'existence simultanée de ces deux substances dans quelques espèces de quinquina, et la possibilité de les séparer l'une de l'autre. En effet, si la matière amère du quinquina jaune n'était que de la cinchonine unie à une autre substance, comment pourrait-on séparer la cinchonine pure de la cinchonine impure lorsqu'elles seraient réunies ? Autant dire qu'on pourrait en même temps purifier

et ne pas purifier la cinchonine des matières dont elle serait souillée. Si l'examen que nous allons faire de l'alcali du quinquina jaune nous prouve qu'il diffère essentiellement de la cinchonine, le même examen nous fera reconnaître dans ces deux matières beaucoup de propriétés analogues. C'est ainsi que, dans les propriétés médicales du quinquina jaune et du quinquina gris, on trouve une grande analogie, mais non une identité parfaite ; en sorte que, dans certaines maladies, le quinquina gris est employé avec avantage, tandis que, dans d'autres cas, le quinquina jaune est justement préconisé. Comme, dans un travail de quelque étendue, nous sommes obligés de désigner l'alcali du quinquina jaune sans employer de périphrases ; comme, d'ailleurs, cette substance, bien caractérisée, mérite aussi-bien un nom particulier que sa congénère dans le quinquina gris, nous avons cru devoir la nommer *quinine*, pour la distinguer de la cinchonine par un nom qui indique également son origine.

De la Quinine.

§ 44. On peut obtenir la quinine du quinquina jaune en employant les divers procédés que nous avons indiqués pour l'extraction de la cinchonine; dans le cas d'un mélange naturel ou artificiel de cinchonine et de quinine, la cristallisation et l'éther pourraient servir à séparer ces deux matières. La différence de solubilité de quelques-unes de leurs combinaisons salines pourrait aussi, comme nous le dirons par la suite, donner des moyens d'opérer leur séparation.

La quinine ne cristallise jamais. Desséchée et privée

entièrement d'humidité, elle se présente sous forme de masse poreuse d'un blanc sale ; elle est très-peu soluble dans l'eau ; l'eau bouillante n'en dissout qu'environ 0,005 ; l'eau froide en dissout encore moins ; malgré son peu de solubilité, cette matière est très-amère ; on ne peut non plus lui refuser une certaine affinité pour l'eau ; car lorsqu'on évapore une solution de quinine dans de l'alcool non absolu, elle retient de l'eau avec force ; d'où il résulte une sorte d'hydrate transparent, fusible à 90d ; tandis que, dépouillée d'eau par une chaleur long-temps continuée, la quinine perd de sa solubilité, et se présente sous forme d'une masse poreuse, au lieu de s'offrir avec l'apparence de la cire fondue ou d'un vernis desséché.

L'alcool dissout très-facilement la quinine. Cette substance est beaucoup plus soluble que la cinchonine dans l'éther sulfurique ; elle se dissout aussi, mais en petite quantité, dans les huiles fixes et volatiles.

La quinine, exposée à l'air, n'éprouve aucune altération ; elle ne paraît pas même attirer sensiblement l'acide carbonique. Elle se décompose par l'action du feu, et, comme la cinchonine, donne les produits des matières végétales non azotées ; elle se comporte aussi comme la cinchonine avec le deutoxide de cuivre.

La quinine ne s'unit pas au soufre ni au carbone ; elle convertit l'iode, à l'aide de l'eau, en acide hydriodique et en acide iodique. L'hydriodate et l'iodate sont moins solubles que les mêmes sels à base de cinchonine. La quinine rétablit la couleur bleue du tournesol rougi par un acide ; elle s'unit elle-même aux acides qu'elle sature, et forme des sels généralement moins solubles et plus facilement

cristallisables que ceux de cinchonine ; ces sels ont tous un aspect nacré qui les distingue. Nous allons les examiner en particulier.

Du Sulfate de quinine.

§ 45. L'acide sulfurique dissout la quinine, et forme avec cette base un sel neutre qui cristallise très-facilement. Il se présente sous forme d'aiguilles ou de lames très-étroites, allongées, nacrées et légèrement flexibles, ressemblant à de l'amiante. Ces aiguilles s'entrelacent ou plutôt se groupent en mamelons étoilés. Ce sel est peu soluble à froid, si ce n'est dans un excès d'acide. Il est beaucoup plus soluble à chaud, et cristallise par refroidissement. Il diffère, par son aspect, du sulfate de cinchonine. Celui-ci est formé de lames plus dures, plus consistantes, plus régulières, et est moins amer, quoique plus soluble.

Le sulfate de quinine se fond aussi plus facilement à la chaleur; il prend, quand il est fondu, l'aspect de la cire; il est très-soluble dans l'alcool; l'éther n'en dissout que de petites quantités.

Les acides gallique, tartrique et oxalique font des précipités dans les solutions un peu concentrées du sulfate de quinine. Ce sel est décomposé par les alcalis fixes et l'ammoniaque; la quinine se précipite en flocons très-blancs; mais, par la pression, ces flocons se réunissent en une masse grisâtre.

La moyenne de plusieurs analyses a donné, pour la composition du sulfate de quinine :

Quinine,	100;
Acide sulfurique,	10.914.

D'où il résulte que le poids de la molécule de quinine est de 45.906.

Ces résultats montrent que la capacité de la quinine est beaucoup plus faible que celle de la cinchonine, et établissent une différence essentielle entre ces deux bases.

De l'Hydrochlorate de quinine.

§ 46. Ce sel est plus soluble que le sulfate de quinine, et moins que l'hydrochlorate de cinchonine. Il diffère aussi de ce dernier par son aspect nacré; il est aussi plus soluble.

Analysé par les méthodes connues, il s'est trouvé formé de :

Quinine,	100;
Acide hydrochlorique,	7.0862.

Du Nitrate de quinine.

§ 47. L'acide nitrique s'unit facilement à la quinine, et forme avec elle un nitrate qui, par la concentration des liqueurs, se précipite sous forme d'un fluide oléagineux : l'action de l'acide nitrique sur la quinine ne peut servir à la faire distinguer de la cinchonine.

Du Phosphate de quinine.

§ 48. On se rappelle que le phosphate de cinchonine est, pour ainsi dire, incristallisable. Il n'en est pas de même du phosphate de quinine : ce sel cristallise très-facilement, et se présente en petites aiguilles blan-

ches translucides, un peu nacrées. Il est soluble dans l'alcool.

De l'Arséniate de quinine.

§ 49. L'arséniate de quinine ressemble beaucoup au phosphate par l'aspect extérieur : il est cependant moins nacré. Si on le compare à l'arséniate de cinchonine qui ne cristallise pas, on trouve, dans la comparaison de ces deux sels, un moyen de distinguer la quinine de la cinchonine.

De l'Acétate de quinine.

§ 50. Voici encore un sel qui établit entre la quinine et la cinchonine une grande différence : on se souvient sans doute que l'acide acétique forme avec la cinchonine un sel très-soluble quand il est avec excès d'acide ; que ce sel, évaporé, se présente sous forme de masse gommeuse, tant qu'on y laisse l'excès d'acide ; et qu'au contraire, évaporé seulement à un certain point, il se fait un dépôt grenu qui, lavé, est un sel peu soluble. La quinine se comporte d'une manière bien différente : en s'unissant avec l'acide acétique, elle forme un sel très-légèrement acide. Ce sel cristallise très-facilement, et à un certain degré d'évaporation, la dissolution se prend en masse cristalline formée d'aiguilles longues, larges et nacrées. Par une évaporation plus lente, les aiguilles plates et feuilletées se groupent en étoiles, et forment des mamelons qui offrent un aspect très-agréable à l'œil. Ce sel est peu soluble à froid : lorsqu'il est coloré (ce qui n'a lieu qu'en le préparant avec de la quinine non purifiée), on peut le blanchir en le lavant

avec de l'eau froide; il gagne la partie inférieure du vase et se précipite en filamens larges et soyeux, ayant des reflets satinés. Il est beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante : sa dissolution, saturée à chaud, se prend en masse par le refroidissement.

Il suffit d'avoir vu une fois ce sel pour toujours le reconnaître.

De l'Oxalate de quinine.

§ 51. L'acide oxalique forme avec la quinine un sel neutre très-peu soluble à froid. Ce sel se dissout cependant en assez grande quantité dans l'eau bouillante, et sa solution saturée par le refroidissement se prend en masse nacrée qui paraît formée d'aiguilles parallèles.

L'oxalate de quinine est soluble dans un excès d'acide oxalique, et forme un sel qui cristallise en aiguilles.

Qu'on place dans une capsule une solution alcoolique de quinine, qu'on l'évapore de manière à avoir la quinine attachée à la paroi interne de la capsule, sous forme d'un vernis transparent, et qu'alors on verse dans la capsule une solution d'acide oxalique, il se passera un phénomène assez singulier. La liqueur acide dissoudra les premières couches de quinine sans perdre sa fluidité ni sa transparence; mais tout-à-coup elle se troublera, s'épaissira à vue d'œil, et même se prendra en masse si les quantités d'acide et d'alcali sont en proportions convenables : cet effet est dû à la saturation de l'excès d'acide, qui d'abord tenait la quinine en dissolution. En délayant cette masse dans de l'eau froide, la jetant sur un filtre et la lavant, on obtient une poudre blanche qu'on prendrait, au premier aspect, pour

de l'oxalate de chaux : c'est de l'oxalate de quinine. Ce sel est très-soluble dans l'alcool, et comme il s'y dissout en plus grande quantité à chaud qu'à froid, on peut l'obtenir cristallisé en aiguilles très-blanches. En versant de l'acide oxalique dans un sel soluble de quinine, il se fait également un précipité blanc qui est de l'oxalate de quinine. On peut aussi préparer avec plus de facilité ce sel par décomposition double : si les solutions étaient trop étendues, il faudrait concentrer les liqueurs.

Du Tartrate de quinine.

§ 52. Le tartrate de quinine diffère peu de l'oxalate de la même base ; il paraît cependant être un peu plus soluble.

Du Gallate de quinine.

§ 53. L'acide gallique forme des précipités dans tous les sels solubles de quinine, pourvu toutefois que les solutions ne soient pas par trop étendues. Les gallates alcalins sont encore plus sensibles à la présence de la quinine. L'acide gallique s'unit directement à la quinine, et forme un sel neutre très-peu soluble à froid. Ce sel se dissout à chaud ; par le refroidissement, les liqueurs deviennent lactescentes, et il se forme un dépôt toujours opaque. Le gallate de quinine est soluble dans l'alcool et dans un excès d'acide.

Les infusions et teintures de noix de galle précipitent la quinine de ses dissolutions. Il paraît qu'elles agissent par l'acide gallique qu'elles contiennent ; car les matières tannantes artificielles ne précipitent la quinine que dans le cas où il entre dans une composition un

acide qui forme avec cette base un sel peu soluble : ces considérations sont également applicables aux sels de cinchonine.

§ 54. Telles sont les diverses combinaisons de la quinine que nous avons eu occasion d'examiner. Nous ne doutons pas qu'après avoir répété nos expériences, les chimistes ne soient convaincus des différences qui existent entre la base salifiable du quinquina gris et celle du quinquina jaune, et qu'ils n'admettent simultanément la quinine et la cinchonine comme deux substances différentes.

Analyse du quinquina jaune.

§ 55. Après avoir extrait et examiné la quinine, nous avons entrepris l'analyse du quinquina jaune ; les procédés que nous avons suivis ayant été à-peu-près ceux employés dans l'analyse du quinquina gris, nous ne croyons pas devoir les rapporter. Voici les résultats que nous avons obtenus.

Kinate de quinine ;
Rouge cinchonique ;
Matière colorante rouge soluble (tannin) ;
Matière grasse ;
Kinate de chaux ;
Amidon ;
Ligneux ;
Matière colorante jaune.

Tableau comparatif de quelques propriétés de la cinchonine et de la quinine, pour établir la différence entre ces deux bases.

	Cinchonine.	*Quinine.*
Forme.....	En aiguilles prismatiques.	En masse amorphe.
Saveur.....	Amère particulière	Amère, beaucoup plus désagréable.
Fusibilité.....	Infusible.	Fusible, au moins à l'état d'hydrate.
Poids de la molécule.....	Est de 38,488.	Est de 45,9069.
Action de l'alcool.....	Soluble dans l'alcool, y peut cristalliser.	Soluble dans l'alcool, n'y peut cristalliser.
Action de l'éther.....	Très-peu soluble dans l'éther, y cristallise.	Très-soluble dans l'éther, incristallisable.
Sulfate, son aspect.....	Cristallisable, forme déterminante, prisme à 4 pans.	Cristallisable, en aiguilles soyeuses nacrées.
Sa constitution.	Base, 100; acide, 13,0210.	Base, 100; acide, 10,9147.
Hydrochlorate, aspect, etc.....	Cristallisable, en aiguilles.	Facilement cristallisable, houpes soyeuses.
Constitution...	Base, 100; acide, 9,035.	Base, 100; acide, 7,0862.
Phosphate....	Incristallisable, aspect gommeux.	Cristallise en aiguilles nacrées.
Arséniate.....	Incristallisable.	Cristallise en aiguilles prismatiques.
Acétate.....	Très-soluble, petits cristaux grenus.	Moins soluble, cristaux soyeux se groupant en étoiles, en gerbes, etc.

Examen particulier des principes constituans du quinquina jaune.

§ 56. Nous avons fait connaître les propriétés de la quinine; nous n'y reviendrons plus.

Le rouge cinchonique a toutes les propriétés que nous lui avons trouvées dans le quinquina gris.

La matière colorante rouge soluble (tannin) ne diffère de celle du quinquina gris qu'en ce qu'elle précipite les sels de fer en brun, au lieu de les précipiter en vert. La matière colorante jaune est la même dans les deux écorces.

La matière grasse, à la couleur près, est en tout semblable à celle du quinquina gris : elle est d'un jaune orange; elle paraît aussi être plus odorante. Il ne serait pas étonnant qu'elle contînt un principe odorant particulier, comme on en rencontre dans plusieurs matières grasses végétales et animales.

Le kinate de chaux est le même dans les deux écorces.

L'amidon est identique dans les deux quinquinas gris et jaune.

Nous n'avons pas trouvé de matière gommeuse véritablement bien caractérisée dans le quinquina jaune; nous attribuons à son absence la facilité avec laquelle on obtient à l'état de pureté le kinate de magnésie dans le traitement du quinquina jaune, pour l'extraction de la quinine.

Examen chimique du quinquina rouge (cinchona oblongifolia).

§ 57. Le quinquina rouge que nous avons soumis à l'analyse était en écorces de moyenne grosseur, roulées

et recouvertes de lichen ; des morceaux ont été spécialement choisis un à un, et l'on a pris toutes les précautions pour éloigner les échantillons dont on aurait pu douter. On ne peut donc supposer qu'on a employé du quinquina jaune coloré par une liqueur alcaline. On verra plus bas pourquoi nous avons tellement insisté sur le choix de ce quinquina. L'infusion de ce quinquina précipite abondamment, par la noix de galle, l'émétique et la gélatine.

Extraction de la base salifiable du quinquina rouge.

§ 58. En suivant toujours la marche que nous nous étions tracée, nous avons cherché à extraire, par les divers procédés indiqués, la cinchonine que le quinquina rouge pouvait contenir : non-seulement nous en avons obtenu de parfaitement cristallisé et en tout semblable à celui du quinquina gris, mais elle était en quantité trois fois plus forte pour un poids donné des deux écorces. Une chose qui nous a d'abord frappés et que nous avons ensuite expliquée, c'est que l'alcool qui avait servi à traiter le précipité magnésien pour en extraire la cinchonine ne donnait de cristaux que dans le cas où l'on conduisait l'évaporation à un certain terme, et non à siccité ; car, dans ce cas, on n'aurait qu'une masse grenue et colorée. Nous avions d'abord pensé que la cinchonine était seulement engagée dans une matière colorante ; mais nous n'avons pas tardé à reconnaître que la matière qui s'opposait à la cristallisation de la cinchonine dans les liqueurs trop rapprochées était de la

quinine (1). Nous sommes parvenus à séparer ces deux bases en employant la cristallisation, l'éther et l'acide acétique. Nous avons déjà parlé de ces procédés dans les paragraphes 43 et 44.

D'après notre analyse, le quinquina rouge est composé de :

Kinate de cinchonine ;
Kinate de quinine ;
Kinate de chaux ;
Rouge cinchonique ;
Matière colorante rouge soluble (tannin) ;
Matière grasse ;
Matière colorante jaune ;
Ligneux ;
Amidon.

Résultats comparés de l'analyse des quinquinas gris, jaune et rouge.

§ 59. Nous avons déjà dit qu'il nous paraissait impossible de faire une analyse quantitative des matières végétales dont la composition était compliquée. Nous croyons cependant devoir établir quelques rapports proportionnels entre les principes constituans des trois es-

(1) Nous ferons cependant remarquer qu'il existe quelques différences entre la quinine du quinquina jaune et l'alcali incristallisable que nous signalons ici. Ces différences consistent dans la plus grande fusibilité de l'alcali incristallisable du quinquina rouge, et dans l'aspect de son sulfate : néanmoins nous ne croyons pas à présent devoir considérer cette matière autrement que comme une variété de la précédente.

pèces de quinquina : ces rapports pourront donner lieu à quelques inductions qui ne seront pas sans utilité.

Nous remarquerons d'abord que la base salifiable existe, dans le quinquina gris, en moins grande quantité que dans le quinquina jaune, puisque nous n'avons pu retirer que 2 grammes de cinchonine par kilogramme d'écorce ; tandis que le quinquina jaune nous a donné 9 grammes de quinine (1) ; mais comme ces bases ne sont pas absolument les mêmes, on ne peut rigoureusement établir par elles un point de comparaison entre les deux quinquinas.

Quant au quinquina rouge *roulé*, il réunit les deux bases salifiables et en quantité bien supérieure à celles que contiennent les quinquinas gris et jaune, puisque d'un kilogramme de quinquina rouge on a retiré 8 grammes de base salifiable cristallisable (cinchonine), quantité quadruple de celle fournie par le quinquina gris, et 17 grammes de base salifiable incristallisable (quinine), c'est-à-dire, presque le double de celle retirée du quinquina jaune.

D'après ces considérations, si l'on parvient à établir que, dans les quinquinas, le principe actif réside dans la base salifiable, on expliquera comment il arrive que le quinquina gris et le quinquina jaune présentent des nuances dans leur propriété médicale. Quant au quinquina rouge (*variété roulée*), il serait le quinquina par

---

(1) Nous croyons bien n'avoir pas retiré du quinquina gris toute la quantité de cinchonine qu'il peut contenir ; mais il en a dû être de même des autres quinquinas, et la perte a dû être à-peu-près proportionnelle.

excellence, puisqu'il réunirait les deux principes, et les contiendrait en grandes proportions.

Le rouge cinchonique existe dans les trois espèces de quinquina. Il paraît identique dans ces trois écorces. Le quinquina rouge en contient le plus, et le gris en contient le moins.

La matière tannante existe en moins grande quantité dans le quinquina jaune que dans les quinquinas gris et rouge; elle diffère un peu dans chaque espèce.

La gomme n'existe que dans le quinquina gris.

Le kinate de chaux et les autres principes mentionnés sont identiques dans les trois espèces de quinquina.

Du Principe actif du quinquina.

§ 60. Quel est le principe actif des quinquinas; quelle est, dans ces écorces, la substance qui agit dans le traitement des fièvres, et qui combat si énergiquement l'intermittence? Ce ne serait peut-être pas à nous qu'il conviendrait de chercher la solution de ce problème. Cependant, comme nous sommes convaincus que ce principe est la base salifiable, la cinchonine dans le quinquina gris, la quinine dans le quinquina jaune, et ces deux substances dans le quinquina rouge, peut-être avec des nuances et des degrés divers d'intensité, nous croyons devoir établir sur quoi nous fondons notre opinion.

On reconnaît les quinquinas *de bonne qualité*, et on les distingue des écorces inertes ou étrangères, non-seulement à l'aspect extérieur, mais encore par la réunion de plusieurs propriétés physiques et chimiques. On

sait que les bons quinquinas ont une saveur amère, stiptique, comme aromatique toute particulière, et telle qu'on ne peut la confondre avec celles des autres écorces exotiques ou indigènes : or, de tous les principes contenus dans le quinquina gris que nous prendrons pour exemple, la cinchonine seule a une amertume, et même une saveur prononcée. Cette saveur est exactement celle du quinquina ; le quinquina dépouillé de cinchonine est presque insipide. Les autres principes du quinquina gris n'ont presque pas de saveur, si on en excepte la matière colorante rouge soluble : encore la saveur de ce principe est-elle très-faible et simplement un peu astringente.

Les travaux de M. Vauquelin ont fait connaître que les quinquinas généralement reconnus comme fébrifuges précipitaient par la noix de galle. Or, dans le quinquina, le seul principe précipitable par la noix de galle est la cinchonine.

A quelle autre substance attribuerait-on les propriétés médicales du quinquina ? Ce ne serait pas, sans doute, à l'amidon, à la gomme. Serait-ce au tannin ? Mais il est beaucoup de substances tannantes, et ces substances sont peu fébrifuges, et les médecins leur refusent la propriété anti-intermittente. Serait-ce au kinate de chaux ? Mais ce sel pur n'a ni amertume, ni stypticité, ni aucune des propriétés qu'on signale dans le quinquina et qui se retrouvent dans la cinchonine ; l'on sait d'ailleurs que M. Vauquelin a dit qu'il ne croyait pas le kinate de chaux fébrifuge, parce qu'il était insoluble dans l'alcool, tandis que les préparations alcooliques de quinquina étaient celles qui étaient douées de plus de vertus.

Les praticiens savent d'ailleurs que le *sel essentiel* de

quinquina préparé par macération dans l'eau froide est peu fébrifuge : or, ce sel contient beaucoup de kinate de chaux et peu de kinate de cinchonine. On ne peut tirer une induction contraire à notre manière de voir de la différence d'opinion des divers chimistes qui ont analysé le quinquina, concernant le principe fébrifuge, puisqu'en consultant ces analyses, on trouve généralement que les différentes matières auxquelles ils ont attribué l'efficacité du quinquina étaient des composés plus ou moins complexes, dans lesquels entre la cinchonine masquée par les substances qui y sont combinées. Ainsi, par exemple, nous voyons Reuss attribuer les propriétés actives du quinquina à ce qu'il nomme *amer cinchonique*. Or, on peut démontrer maintenant que cette matière est un mélange de cinchonine, de kinate de chaux et de matière colorante. La matière jaune amère de M. Lauber, qu'on a regardée aussi comme le principe fébrifuge du quinquina, est du kinate de cinchonine et de la matière colorante. Enfin, la matière blanche que ce chimiste en a séparée par l'eau potassée, et qu'il a regardée comme une résine pure, est la cinchonine elle-même, peut-être seulement unie à un peu de matière grasse. Enfin M. le Dr Gomès, qui, le premier, a obtenu la cinchonine, quoiqu'il n'ait pas connu sa nature alcaline et ses principales propriétés chimiques, n'hésite pas à regarder la cinchonine comme le principe actif du quinquina.

Si nous raisonnons ensuite par analogie, nous voyons que toutes les bases salifiables organiques ont des propriétés spéciales très-énergiques. La morphine représente l'action calmante de l'opium ; la strychnine produit un horrible tétanos ; la picrotoxine agit sur le cerveau ; la

vératrine est, dans l'hellébore blanc et dans la cévadille, le principe sternutatoire : il existe dans le quinquina un alcali végétal, et on lui refuserait sans examen une action spéciale (1) !

Nous sommes loin, cependant, de soutenir qu'il ne faut plus employer le quinquina en nature : quand notre opinion sur le principe actif du quinquina serait basée sur les observations médicales les plus nombreuses et les plus avérées, nous ne tiendrions pas ce langage. Nous ne nions pas que les autres principes qui accompagnent la cinchonine dans le quinquina ne puissent modifier son action d'une manière utile et physiologiquement inconnue ; mais des modifications à une propriété entraînent l'existence spéciale de cette propriété même.

Dira-t-on que c'est uniquement *dans la réunion des principes du quinquina et dans leur combinaison intime que reposent les vertus de ce médicament* (*loco citato*) ? Mais alors il faudrait bannir toute composition qui pourrait troubler cette *union intime* ; il faudrait dire aussi que la noix vomique, la coque du Levant n'agissent pas en vertu de la strychnine, de la picrotoxine qu'elles recèlent, mais bien par la réunion intime de leur principe. Il faudrait dire aussi que ce n'est pas le mercure rendu soluble qui agit dans quelques maladies, mais une certaine réunion intime ; en un mot, il faudrait prendre les médicamens tels que la nature nous les offre, et bannir les sciences chimiques du sanctuaire de la médecine. Mais en admettant un principe actif dans un médicament, il nous semble

(1) Voyez *Dictionnaire des Sciences médicales*, t. XLV.

qu'il est utile de l'obtenir et d'établir ses propriétés. Il est telle circonstance où l'on sera heureux de pouvoir l'administrer pur pour l'avoir dans toute son énergie. Il est des cas où un malade ne peut prendre une once de poudre ou un verre de liquide ; d'ailleurs, cette connaissance du principe actif éclaire sur les préparations pharmaceutiques des médicamens, fait connaître les formules raisonnées, et les distingue de celles qui sont empyriques, absurdes et souvent dangereuses.

Du reste, espérons que quelque praticien habile, joignant la prudence à la sagacité, fera des recherches thérapeutiques sur les alcalis du quinquina, et donnera ainsi à notre travail une utilité médicale.

Extrait de l'ouvrage intitulé : *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires ; et du Supplément inédit relatif à la fabrication des pouzzolanes artificielles.*

Par M. Vicat,

Ingénieur des Ponts et Chaussées.

L'art de fabriquer les cimens calcaires ou mortiers se réduisait encore, il y a peu d'années, à quelques règles-pratiques déduites, il est vrai, d'une assez longue expérience, mais insuffisantes, en ce qu'elles n'embrassaient qu'un petit nombre de cas hors desquels on était réduit à marcher au hasard, et à faire dépendre de chances fort incertaines le succès des constructions les

plus importantes. On savait, par exemple, qu'à M
à Montelimart et en d'autres lieux renommés pour
cellence de la chaux, on a toujours réussi à faire d'
bon mortier; que par-tout ailleurs on y parvient enc
mais à l'aide du trass hollandais ou de la pouzzo
d'Italie, ingrédiens fort chers, dont l'économie int
le plus souvent l'usage; et quand toutes ces resso
venaient à manquer, on ne pouvait raisonnable
prendre aucun parti, puisqu'on n'avait pour guide
des analogies toujours suspectes en pareille mat
Consultait-on, en effet, l'expérience sur la substit
de la brique pilée à la pouzzolane? Parmi quel
exemples de succès on pourrait en citer d'autres où
emploi a compromis la solidité de plusieurs ouvr
Tel préconisait les scories, les laitiers de forge,
tel autre assurait avec non moins de raison sans d
que ces matières sont dépourvues d'énergie; enfin,
divergence d'opinions s'étendait jusqu'à la manipul
des ingrédiens. Fallait-il éteindre la chaux à sec, o
réduire en pâte du premier coup, l'employer froid
bouillante, etc.? Chaque méthode avait ses partis
et chacun, comme de raison, apportait en témoig
de ses succès des résultats authentiquement
tifiés.

C'est pour mettre fin à ces incertitudes, autant que
s'éclairer sur des faits dont sa position particulière
montrait toute l'importance, que l'auteur des recher
précitées entreprit, en 1812, une série raisonnée
périences. On se propose d'en exposer les résultats
cipaux, sans toutefois s'astreindre rigoureusemen
l'ordre des matières adopté dans l'ouvrage, et sans

trer dans les détails que ne comporte point une simple analyse.

Les ingrédiens qui entrent ordinairement dans la composition des mortiers sont la chaux, le sable éminemment siliceux, et les produits naturels ou factices connus sous les noms de *trass*, *cendrée*, *pouzzolane*, *etc.* Examinons donc, en premier lieu, ces diverses substances, pour nous occuper ensuite de leur combinaison.

Chaux et Pierre à chaux.

Tout carbonate calcaire qui, soumis pendant un temps plus ou moins long à l'action du feu, acquiert la propriété de s'échauffer avec l'eau, de fuser et de faire pâte avec ce liquide, est réputé pierre à chaux. Tous les calcaires, depuis le marbre blanc le plus pur jusqu'au marneux le plus grossier, sont donc des pierres à chaux. Entre ces limites les variétés sont nombreuses. On appelle *chaux grasses* celles qui proviennent en général des pierres qui se rapprochent beaucoup du marbre par la pureté : ordinairement fort blanches, elles foisonnent beaucoup par l'extinction, et donnent lieu à une pâte forte et liante. On appelle *chaux maigres*, au contraire, celles qui proviennent des pierres tenant en quantité notable de la silice, de l'alumine et du fer; ordinairement grises ou d'un jaune sale, elles foisonnent très-peu par l'extinction, et donnent lieu à une pâte courte et peu tenace. On verra plus tard qu'elles diffèrent sous d'autres rapports.

Action du feu sur les pierres à chaux.

Les calcaires purs ou presque purs passent à l'état de chaux de construction, en perdant leur eau de cristallisation, et sinon la totalité, du moins la plus grande partie de leur acide carbonique : quelques heures et quelques degrés de plus ou de moins, dans la durée du feu, n'apportent aucune différence essentielle à la qualité du produit. Il n'en est pas ainsi à l'égard des pierres à chaux maigres ; car, indépendamment des modifications qui leur sont communes avec les premières, elles en éprouvent d'autres fort remarquables. L'état de combinaison des oxides constituans y varie plusieurs fois ; au terme de la bonne cuisson, la silice devient soluble dans les acides ; propriété dont elle ne jouissait pas auparavant. Si l'on pousse trop le feu, la couleur de la chaux, de fauve qu'elle était, se rembrunit et passe au gris noir ; il y a fusion pâteuse et perte du produit. Toutefois la silice n'éprouve l'altération indiquée ci-devant que lorsqu'elle se trouve disséminée en particules très-fines dans le tissu pierreux ; car les calcaires arénacés, dans lesquels elle est interposée sous forme de sable fin, la laissent encore précipiter après la cuisson, lorsqu'on les traite par un acide : cette circonstance donne lieu à une espèce de chaux maigre toute particulière, dont il sera bientôt parlé.

Combinaison de l'eau et de la chaux.

Les chaux grasses réduites en pâte par l'extinction ordinaire, et placées ensuite sous l'eau ou dans un bassin imperméable, recouvert de sable ou de terre,

peuvent s'y maintenir à l'état pâteux pendant plusieurs siècles; divisées, au contraire, en solides d'une petite dimension, et exposées au contact de l'air et à couvert, elles contractent, par le double effet de la dessiccation et de l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère, une dureté très-remarquable : elles deviennent même susceptibles d'un fort beau poli.

Les chaux maigres, en général, traitées comme les premières et placées, soit dans l'eau, soit dans un bassin, y durcissent en peu de jours, et y formeraient à la longue une espèce de pierre tendre qu'on ne pourrait enlever qu'au pic. Exposées à l'air, elles y prennent une consistance crayeuse, sans pouvoir jamais recevoir le poli.

Ces derniers faits n'offrent d'exception que pour la chaux maigre dont la silice (à raison de la grosseur de son grain) a résisté à la chaux pendant la cuisson, et ne se dissout point dans les acides; cette chaux se comporte à-peu-près comme la chaux grasse (1). Ainsi, le nom de *chaux maigre* cesse d'être caractéristique, puisqu'il en existe de telles qui ne jouissent pas de la propriété de durcir dans l'eau : c'est par cette raison que l'on a proposé de donner aux autres le nom de *chaux hydrauliques.*

Sables et Pouzzolanes.

Les sables éminemment siliceux sont assez connus; il suffit de les indiquer. Les pouzzolanes sont naturelles

(1) A cela près que, durcie à l'air, elle n'est point susceptible du poli.

ou artificielles : les premières se trouvent dans les terrains pyrogènes ; elles ont été produites ou modifiées par les feux souterrains. Toutes se composent de silice, d'alumine, de fer oxidé et d'un peu de chaux ; les proportions de ces quatre principes varient entre des limites assez étendues ; l'oxide de fer ou la chaux y manquent quelquefois complètement, cependant ce cas est assez rare ; du reste, la silice domine presque toujours.

Les pouzzolanes se présentent d'ailleurs sous des aspects physiques très-différens. Les laves, ou lithoïdes, ou boursoufflées, ou scoriacées, les tuffas, les basaltes et les cendres d'origine volcanique, l'argile brûlée rouge ou pouzzolane proprement dite, etc. forment autant de variétés.

Les analogues artificielles sont : les scories de forge, la cendrée, les débris de poterie ou de tuileaux pulvérisés, etc.

Parmi ces matières, les unes semblent avoir éprouvé un feu très-actif, tandis que d'autres ne paraissent que légèrement calcinées : plusieurs ont été reprises et modifiées de nouveau par le feu, ou altérées par l'effet d'une décomposition spontanée très-lente.

Ces changemens ont déterminé, dans les principes constituans, une liaison plus ou moins intime, par conséquent plus ou moins difficile à vaincre, lorsqu'on essaie de les séparer par les réactifs.

Il est, en effet, une classe de pouzzolanes qui se dissolvent facilement dans l'acide sulfurique, en abandonnant toute leur silice pour résidu ; d'autres ne la cèdent que difficilement et après un temps assez long, et quelques-unes paraissent tout-à-fait rebelles.

Telle est sommairement l'histoire des élémens qui entrent dans la composition des cimens calcaires. Nous allons examiner actuellement ce qui résulte de leurs diverses combinaisons.

Combinaison des élémens des cimens calcaires.

Si l'on mêle, en proportions diverses, de la chaux éminemment grasse, éteinte comme à l'ordinaire, avec du sable seul ou avec l'une quelconque de ces pouzzolanes qui résistent d'une manière absolue à l'action de l'acide sulfurique, on obtient des cimens qui, placés sous une eau pure, y restent toujours mous, ou n'acquièrent, après un temps fort long, qu'une faible consistance. Les mêmes cimens exposés à l'air y durcissent par dessiccation seulement; car la facilité avec laquelle ils se brisent au moindre choc indique qu'aucun lien chimique n'a lieu entre leurs parties constituantes.

Si l'on répète la même expérience sur les pouzzolanes, dont on sépare facilement la silice par les acides, on obtient des cimens qui font prise en très-peu de temps dans l'eau, et y deviennent de plus en plus durs; mais ils n'acquièrent pas une très-grande résistance en plein air, et cela tient à ce que la dessiccation s'effectue trop rapidement.

La chaux éminemment hydraulique présente des phénomènes en sens à-peu-près inverse, c'est-à-dire qu'il en résulte de fort bons cimens lorsqu'on la combine avec le sable seul, ou avec l'une quelconque des pouzzolanes rebelles aux acides, tandis que l'on n'obtient

que des résultats médiocres par l'emploi des matières qui conviennent à la chaux grasse.

Il doit résulter, et il résulte en effet de là qu'une chaux d'une qualité moyenne convient à la pouzzolane du même rang.

Ainsi, à proprement parler, les élémens des ciméns calcaires n'ont point d'énergie absolue, tout devient relatif; la matière par excellence est toujours celle qui convient le mieux aux autres matières dont on peut disposer.

Tous ces faits prouvent donc, comme l'a dit M. Gay-Lussac (1), « que c'est l'affinité qui préside à la solidité » qu'acquièrent tous les mortiers, et qu'on doit par con- » séquent toujours chercher à la favoriser. On rend cette » affinité évidente en versant de l'eau de chaux dans de la » potasse silicée ou aluminée ; car il se fait aussitôt un » précipité abondant et insoluble..... » ..... Toute pouzzolane qui résiste à l'action de » l'acide sulfurique résistera aussi à l'action de la chaux, » et par conséquent elle sera dans un état moins propre » à contracter une union avec cette base alcaline, que » celle qui se laisse attaquer par le même acide. »

On conçoit comment l'exception arrive lorsqu'il s'agit d'une chaux hydraulique déjà chargée de silice, d'alumine et de fer; cette exception est due alors à une superfluité de principes identiques.

L'explication du durcissement des mortiers rentre donc dans celle des phénomènes analogues dont la chimie

---

(1) Rapport sur le 2me Mémoire de l'auteur, ayant pour titre : *Recherches sur les pouzzolanes artificielles.*

offre tant d'exemples; et comme le dit encore le célèbre chimiste cité : « Toutes les substances solides qui ont de » l'affinité l'une pour l'autre, et qu'elles peuvent satis- » faire dans des circonstances convenables, sont propres » à former du mortier. »

Il est une cause secondaire de durcissement dont on ne doit pas omettre de parler; c'est l'affinité puissante qui porte l'acide carbonique répandu dans l'air sur la chaux du mortier, chaux qu'il parvient à carbonater, et à lier fortement aux particules de sable ou de pouzzolane, quand son action est favorisée par certaines circonstances, comme, par exemple, de rencontrer du mortier encore frais, et d'y trouver un accès facile. Dans tous les cas, cette action est très-bornée; elle ne joue un rôle vraiment utile que sur la superficie des enduits et des crépis.

La théorie de la solidification des ciments calcaires semble donc laisser peu de chose à desirer; mais les besoins journaliers des constructions, et surtout des constructions hydrauliques, ne seraient qu'à demi satisfaits si, après avoir donné des notions certaines, tant sur le choix que sur l'influence réciproque des matières principales que l'on doit employer, on n'offrait encore des moyens praticables de créer, pour ainsi dire, ces matières, lorsque l'économie interdit l'usage de celles que la nature a elle-même préparées. S'il fallait, en effet, par-tout où l'on a une écluse ou un pont à fonder, nous ne dirons pas se servir du trass hollandais ou de la pouzzolane d'Italie, mais faire venir de la chaux hydraulique d'un département éloigné seulement de vingt

lieues, et par une belle route, la dépense serait déjà excessive.

Chaux hydraulique et pouzzolanes factices.

Puisque la qualité des chaux hydrauliques naturelles ne dépend que de la présence d'une certaine quantité d'argile, combinée par le feu avec la matière calcaire, il était naturel de penser qu'en mêlant de l'argile, en proportion convenable avec de la chaux grasse éteinte (peu importe comment), et qu'en soumettant le mélange à la cuisson, on obtiendrait un résultat semblable ; c'est ce que des expériences faites en grand et en divers lieux ont confirmé d'une manière si complète, qu'il est maintenant possible de fabriquer par-tout, et à un prix très-modéré, de la chaux artificielle supérieure aux chaux naturelles analogues.

De même, puisque l'analyse chimique donne pour principes des pouzzolanes naturelles, la silice, l'alumine, le fer oxidé et un peu de chaux, il était tout simple de penser que nos argiles, dont la composition est toute semblable, pourraient se transformer, par la cuisson, en pouzzolanes artificielles. Cette idée était vieille déjà à l'époque des expériences de l'auteur de ces recherches ; mais, par une fatalité remarquable, elle était comme frappée de stérilité : c'est qu'on n'avait pas déterminé encore, avec assez de précision, les circonstances desquelles dépendent les qualités des bonnes pouzzolanes ; on était persuadé, par exemple, que le fer y joue un grand rôle ; qu'ainsi on ne pouvait employer que des argiles ocreuses ; que, pour imiter en tout la nature, il fallait atteindre un haut degré de calcination, parce que, disait-on, le

feu des volcans est bien plus actif que celui de nos fourneaux (1). Il est des pouzzolanes qui, très-certainement, sont sorties des cratères sous forme de laves; celles-là ont dû subir, en effet, un haut degré de chaleur; mais depuis les époques très-reculées de leur formation, elles ont éprouvé des décompositions diverses, soit par des modifications intestines, soit par l'action des vapeurs acides ou par d'autres causes; et ces décompositions ont totalement changé le mode de combinaison de leurs principes. Quant aux pouzzolanes rouges des environs de Rome, tout annonce que ce ne sont que de vastes bancs d'argile ocreuse diversement cuits, soit par les feux souterrains, soit par des courans de lave, qui les ont couverts et labourés en tout sens. Aussi les qualités en sont-elles très-variables, selon la disposition et la profondeur des couches. Quoi qu'il en soit, au surplus, de la formation de ces matières, il est maintenant démontré que tout le mystère de leur propriété réside, non dans la présence du fer ou de la chaux, mais bien dans un état particulier de combinaison de la silice et de l'alumine; état auquel on ramène avec la plus grande facilité toutes les argiles douces et grasses au toucher, par l'effet d'une légère cuisson. Le moyen qui paraît avoir le mieux réussi jusqu'à présent, consiste à réduire l'argile sèche en poudre très-fine, et à la calciner pendant quelques minutes sur des plaques métalliques chauffées au rouge brun : à dire vrai, la pratique ne s'est point encore emparée de ce procédé, et il est même probable qu'elle ne le fera avec succès que lorsqu'on aura imaginé un moyen de calcination plus

(1) Plusieurs minéralogistes sont d'un avis contraire.

expéditif et plus commode que celui dont on vient de parler ; mais le problème n'en est pas moins résolu (1).

Fabrication des Cimens calcaires.

On comprend ici, sous ce titre, tout ce qui, dans l'ouvrage, est relatif à la préparation, aux proportions et à la manipulation des matières : les règles établies à ce sujet dérivent toujours des expériences ; elles peuvent se déduire aussi de ce principe déjà énoncé, savoir : que l'affinité étant la cause première et prépondérante du durcissement des cimens, tout ce qui peut favoriser cette affinité doit être mis en usage. Mais lorsque les matières employées ou ne se conviennent pas, ou ne se conviennent que médiocrement, le précepte est en défaut. Quelques exemples mettront ceci en toute évidence.

Supposons que l'on ait une chaux très-grasse et une excellente pouzzolane (relativement à cette chaux) ; il faudra : 1° choisir parmi les divers procédés d'extinction celui qui devra porter la division de la chaux au plus haut terme ; 2° réduire mécaniquement la pouzzolane en poudre très-fine, si elle ne l'est déjà ; 3° régler les proportions d'après des essais préliminaires ; 4° broyer longtemps et fortement ensemble les matières sans les noyer ; 5° enfin, en retarder la dessiccation, afin d'y entretenir l'humidité, condition essentielle de la combinaison.

Admettons encore que l'on ait une excellente chaux hydraulique et divers sables siliceux également purs ; il faudra : 1° entre ceux-ci choisir le plus fin, et s'il est

(1) Cette calcination peut s'effectuer aisément dans un four à réverbère. (R.)

possible le plus rude au toucher; 2° diviser parfaitement la chaux, en adoptant le procédé d'extinction convenable; 3° en régler les proportions de manière que le mortier soit plein, et pourtant que l'intervalle de grain à grain soit le plus petit possible; 4° enfin, bien mêler, et retarder la dessiccation.

Mais si, par des raisons d'économie auxquelles on n'est que trop souvent forcé d'obéir, on ne pouvait disposer que d'une chaux grasse et d'une pouzzolane très-médiocre, on ne devrait compter alors que sur une faible liaison chimique des parties constituantes; et, pour y suppléer autant que possible, il faudrait chercher à les aggréger mécaniquement par toutes sortes de moyens. Pour y parvenir, on ne donnerait à la chaux que le moindre degré de division dont elle est susceptible, afin qu'après son emploi elle pût agir encore dans le mortier et le comprimer en augmentant de volume; l'extinction spontanée ou par immersion remplirait cet objet; la massivation serait aussi d'un utile secours : on n'aurait d'ailleurs que peu de chose à attendre de l'effet d'une dessiccation lente, etc.

Ces exemples suffiront pour donner une idée de la marche à suivre dans les divers cas qui peuvent se présenter : on ne saurait entrer dans de plus grands détails sans dépasser les bornes de cette analyse.

Emploi des Cimens calcaires.

La place qu'occupent les cimens dans les édifices n'influe pas médiocrement sur la dureté qu'ils acquièrent, suivant que cette place favorise ou contrarie le jeu des

affinités. C'est ordinairement dans les fondations que les mortiers acquièrent la plus grande dureté ; c'est, au contraire, dans les parties élevées et couvertes, dont la dessiccation a dû être très-rapide, que se rencontrent les plus friables.

Il est des cas où il convient de dévier des principes établis ci-devant, tant sur le choix que sur la manipulation des matières ; et cela, pour concilier la durée des mortiers avec les fonctions particulières qu'ils ont à remplir : nous n'en citerons que deux exemples.

C'est un fait d'expérience, que les pierres à tissu poreux, à travers lesquelles l'eau filtre facilement, résistent en général beaucoup mieux aux alternatives d'un grand froid et d'une grande chaleur que les pierres dures et compactes, telles que les marbres, par exemple. Lors donc qu'on a des enduits extérieurs à faire, il faut même, aux dépens de la dureté, tenir les mortiers très-maigres, parce qu'ils imitent alors les pierres poreuses dans leur contexture et en acquièrent la propriété.

S'agit-il, au contraire, de l'enduit intérieur d'une citerne ou d'un aqueduc fermé, un mortier plus gras que ne l'exigent les bonnes proportions s'opposera mieux aux infiltrations qu'un mortier plus dur, pour lequel on les aura exactement observées : cependant on ne doit pas hésiter sur le choix.

L'ouvrage dont on vient d'offrir un résumé fort concis est terminé par des expériences comparatives sur la force des mortiers antiques du midi de la France, et celle de quelques mortiers modernes, composés avec les mêmes chaux. Il résulte de ces expériences que les mortiers romains ne sont pas par-tout également bons ; qu'ainsi leur

dureté ne saurait être uniquement l'effet du temps, comme on l'a prétendu. On voit d'ailleurs, par leur composition, que cette même dureté ne peut être exclusivement attribuée à la perfection du mélange ou à l'emploi de la pouzzolane ; elle dépend évidemment de l'excellence des matières employées, et des circonstances ou fortuites ou calculées qui en ont favorisé la combinaison. Les tableaux où les expériences sont consignées prouvent encore qu'en suivant les préceptes donnés dans l'ouvrage, on peut fabriquer des mortiers qui parviennent, en peu d'années, à égaler et même à surpasser les meilleurs mortiers romains.

Résumé *d'un Mémoire sur la Réflexion de la lumière.*

(Lu à l'Académie des Sciences le 15 novembre 1819.)

Par Mr A. Fresnel.

Ce Mémoire a pour objet la recherche des causes mécaniques de la réflexion de la lumière. Dans le système des ondulations, il y a deux manières très-différentes de la concevoir. On peut supposer qu'elle résulte uniquement de la plus grande densité de l'éther contenu dans le corps réfléchissant, et l'assimiler à la réflexion des ondes d'un fluide élastique en contact avec un autre fluide plus dense. On peut la concevoir aussi sans admettre cette condensation de l'éther, en supposant que la lumière est réfléchie par les particules mêmes des corps.

La seconde hypothèse, qui attribue la réflexion au

choc des ondes lumineuses contre les particules pondérables, présente, au premier abord, une difficulté qui s'évanouit bientôt par un examen plus attentif : si chaque particule, considérée séparément, peut être un centre de réflexion, comment se fait-il que les corps diaphanes ne réfléchissent pas la lumière dans toute leur épaisseur ?

En divisant par la pensée le corps réfléchissant en tranches très-minces, dont l'épaisseur réponde à la différence d'une demi-ondulation entre les chemins parcourus par les rayons réfléchis, il est aisé de voir, à l'aide du principe des interférences, que ces ondes élémentaires doivent se détruire mutuellement dans l'intérieur d'un milieu homogène, et que la somme de toutes les réflexions doit se réduire à celles qui s'opèrent dans ses deux tranches extrêmes, lorsque les intervalles qui séparent ses molécules sont infiniment petits relativement à la longueur d'une ondulation lumineuse. Mais comme réellement ces intervalles ne sont jamais entièrement négligeables par rapport à la longueur d'une ondulation, il s'ensuit qu'on ne peut plus assigner, dans le voisinage de chaque particule pondérable, une autre particule située à une distance telle que les rayons qu'elles réfléchissent diffèrent exactement d'une demi-ondulation et se détruisent complètement ; en sorte qu'il doit en résulter une réflexion intérieure, à la vérité très-faible, à cause de la discordance presque complète des ondes élémentaires, mais qui finit toujours par devenir sensible lorsque le milieu a une profondeur suffisante.

L'atmosphère nous en présente un exemple frappant, par l'abondance de la lumière solaire qu'elle renvoie de

toutes parts à nos yeux, même dans les jours où l'air est le plus pur. Les lois de polarisation qu'elle présente ne peuvent se concevoir, comme l'a observé M. Arago, qu'en supposant que ce sont les particules mêmes de l'air qui réfléchissent cette lumière, la faiblesse des réflexions partielles étant compensée par leur multitude.

Beaucoup d'autres phénomènes confirment l'hypothèse que la réflexion s'opère sur les molécules pondérables. Mais comme ils ne peuvent pas lui servir de démonstration rigoureuse et ne font qu'en augmenter la probabilité, j'ai cherché, dans les conséquences de ce système et de celui qui attribue la réflexion à la seule différence de densité de l'éther, un cas où l'expérience pût décider la question.

Ces deux hypothèses expliquent également bien les anneaux colorés produits, par la réflexion de la lumière, aux deux surfaces d'une lame mince; elles s'accordent nécessairement en conséquence sur la nature des anneaux transmis, qui doivent être, dans tous les cas, complémentaires des anneaux réfléchis, d'après le principe général de la conservation des forces vives. Mais en analysant la génération des anneaux transmis, qui résultent, comme M. Young l'a démontré, de l'interférence des rayons directs avec les rayons réfléchis deux fois dans la lame mince, on est conduit à cette conséquence singulière, que si la réflexion s'opère sur les molécules propres des corps, les rayons réfléchis à l'extérieur d'un milieu plus réfringent que celui avec lequel il est en contact doivent différer d'une demi-ondulation des rayons incidens ou transmis, indépendamment de la différence des chemins parcourus, comptés pour les rayons réflé-

chis, comme s'ils partaient de la surface même de séparation des deux milieux ; tandis qu'en supposant la réflexion produite par la seule différence de densité de l'éther dans les deux milieux en contact, les rayons directs et les rayons réfléchis à l'extérieur du milieu le plus réfringent doivent se trouver d'accord, abstraction faite de la différence des chemins parcourus. Ainsi, dans ce cas, les deux hypothèses conduisent à des conséquences opposées.

Pour les soumettre à l'expérience, j'ai fait interférer deux faisceaux lumineux émanés du même point éclairant, et dont l'un avait été réfléchi une fois à la surface extérieure d'une glace non étamée, noircie par derrière. Les deux faisceaux étaient ensuite ramenés à des directions presque parallèles par deux miroirs de verre noir. Cette seconde réflexion sur des miroirs pareils, en imprimant aux deux faisceaux des modifications semblables, ne pouvait pas altérer la différence résultant de la première réflexion. Or, les franges produites par l'interférence des deux systèmes d'ondes présentaient le même arrangement de teintes que les anneaux réfléchis sur une lame d'air comprise entre deux verres ; le centre du groupe était occupé par une bande noire parfaitement incolore dans son milieu, et les teintes étaient disposées symétriquement de part et d'autre de cette bande centrale ; en sorte qu'on ne pouvait pas se méprendre sur sa position. Ainsi, puisque la ligne centrale, qui répond toujours à des chemins égaux, était parfaitement noire, on doit en conclure que les deux systèmes d'ondes différaient d'une demi-ondulation, indépendamment des chemins parcourus.

On voit donc que le résultat de l'expérience est absolument opposé à la première hypothèse, et qu'il confirme la seconde, d'après laquelle la réflexion s'opérerait sur les particules mêmes des corps.

Cette manière d'envisager la réflexion, qui, dans sa généralité, embrasse les différens degrés de transparence des corps, et laisse entrevoir la possibilité d'expliquer leurs couleurs propres d'une manière satisfaisante, a encore l'avantage de détruire une des principales objections qui aient été faites contre le système des ondulations, celle qui est relative au phénomène de la dispersion.

L'analyse démontre que les ondulations de diverses longueurs doivent se propager avec la même vitesse dans un fluide élastique homogène; en sorte que si le ralentissement de la lumière dans le verre, par exemple, ne dépendait que de la plus grande densité de l'éther qu'il contient, les différentes espèces d'ondes lumineuses, qui doivent se propager avec une égale vitesse dans le vide, éprouveraient un ralentissement égal dans le verre, et se réfracteraient en conséquence de la même manière, car le rapport du sinus d'incidence au sinus de réfraction dépend uniquement de celui qui existe entre les vitesses de la lumière dans les deux milieux. Mais d'après l'expérience que je viens de rapporter, il est très-probable que l'éther contenu dans le verre n'est pas sensiblement plus dense que celui qui l'environne; en sorte que le raccourcissant des ondes lumineuses qui pénètrent le verre est principalement dû à ses propres molécules, dont on ne peut pas d'ailleurs, et par une raison bien simple, révoquer en doute la grande influence sur la dis-

persion, puisqu'elle varie avec la nature ou l'arrangement de ces molécules, suivant des rapports tout-à-fait différens de ceux des pouvoirs réfringens moyens.

Mais celui de tous les phénomènes d'optique qui met le plus en évidence peut-être l'influence immédiate des particules des corps sur la marche de la lumière, c'est la double réfraction, qui lui imprime des vitesses différentes, selon le sens dans lequel on tourne le cristal qu'on lui fait traverser, quoique la densité de l'éther qu'il renferme reste toujours la même.

Je citerai, à cette occasion, une loi que je viens de découvrir dans les phénomènes de double réfraction que présente le verre courbé, et qui fait voir jusqu'à quel point l'arrangement des molécules influe sur la marche de la lumière.

Quand on courbe une plaque de verre, elle acquiert des propriétés analogues à celles des lames minces, cristallisées ; comme ces cristaux, elle colore la lumière polarisée, ainsi que M. Brewster l'a remarqué depuis long-temps. L'analogie indique que ces teintes, parfaitement semblables à celles des lames cristallisées, doivent résulter aussi de l'interférence de deux systèmes d'ondes qui parcourent la plaque de verre avec des vitesses inégales ; et c'est aussi ce que confirme l'expérience.

Pour mesurer les changemens de vitesses qui répondent à ces deux systèmes d'ondes, j'ai employé les procédés délicats que fournit la diffraction ; et j'ai trouvé que la vitesse des rayons réfractés ordinairement différait deux fois plus que celle des rayons extraordinaires de la vitesse de la lumière dans le verre non courbé : ainsi, la différence de vitesse entre les rayons ordinaires et extraordinaires est

égale à l'accroissement ou à la diminution de vitesse que la flexion du verre a fait éprouver à la lumière réfractée extraordinairement : résultat bien remarquable, puisqu'ici la double réfraction est aussi grande que le changement de réfraction provenant de la dilatation ou de la condensation du milieu.

J'ai essayé de déterminer la dilatation et la condensation absolue du parallélipipède de verre dans les points traversés par les faisceaux lumineux que je faisais interférer ; mais je n'ai encore obtenu qu'un résultat qui me paraisse mériter quelque confiance.

J'ai trouvé, d'après cette expérience, que le changement de vitesse de la lumière résultant de la dilatation ou de la condensation du verre était, pour les rayons réfractés ordinairement, moitié moindre à très-peu-près que celui que l'on conclurait de la dilatation ou de la condensation absolue du verre, en employant la formule qui se déduit également du système de l'émission et de celui des ondulations, lorsqu'on suppose, dans le premier, que l'attraction exercée sur les molécules lumineuses est proportionnelle à la densité du milieu, et que, dans le second, on assimile le milieu réfringent à un fluide élastique homogène dont la densité éprouverait les mêmes variations que le parallélipipède de verre, son élasticité restant constante.

D'après ces deux suppositions, les petites variations de vitesse de la lumière doivent être moitié des variations de la densité du milieu, et j'ai trouvé, dans cette expérience, qu'elles n'en étaient que le quart pour les rayons ordinaires, qui sont cependant ceux dont

la marche éprouve les plus grandes variations (1).

Je me propose de continuer mes recherches sur cet objet dès que mes occupations me le permettront, et de déterminer, par des observations exactes, les rapprochemens ou écartemens des particules du verre qui répondent à chaque degré de différence de vitesse entre les rayons ordinaires et extraordinaires. Des expériences de ce genre, dans lesquelles on peut faire varier à volonté et mesurer les modifications apportées dans l'arrangement des particules du milieu réfringent, serviront peut-être à jeter quelque jour sur les causes mécaniques de la double réfraction.

Nouvelles *Déterminations des proportions de l'eau et de la densité de quelques fluides élastiques.*

Par MM. Berzelius et Dulong.

Les chimistes portant aujourd'hui, dans leurs analyses, la prétention de l'exactitude jusqu'aux millièmes du poids des élémens constitutifs, on conçoit que, pour atteindre ce but, il faut, avant tout, que les données fondamentales dont ils font un usage continuel dans le calcul de leurs résultats soient exemptes de l'ordre d'erreur qu'ils croient pouvoir éviter dans leurs expériences. Le rapport des poids des élémens de l'eau est une des

---

(1) Cette seconde loi, ayant été déduite d'un résultat isolé, a besoin d'être confirmée par de nouvelles expériences.

plus importantes et des plus fréquemment employées. La valeur de ce rapport généralement adoptée depuis quelques années paraissait à l'abri de tout soupçon, et par la nature des méthodes mises en usage pour l'obtenir et par l'habileté des observateurs auxquels on en est redevable. Toutefois, nous avions, chacun de notre côté, des raisons qui nous portaient à croire que ce nombre pouvait être affecté d'une légère erreur. La chose était assez importante pour mériter d'être vérifiée, et nous résolûmes de tenter ensemble les expériences nécessaires pour éclaircir nos doutes. M. Berthollet, dont la libéralité a été si souvent utile aux sciences, nous donna toutes les facilités desirables pour exécuter notre dessein, en mettant à notre disposition le laboratoire d'Arcueil.

La nature de l'appareil employé dans les premières expériences sur la composition de l'eau ne permettait pas d'atteindre le degré de précision que l'on exige aujourd'hui dans l'analyse chimique. Mais cette vérité une fois bien établie, que l'eau résulte de la combinaison de l'oxigène avec l'hydrogène, la connaissance de ses proportions ne nécessitait que deux choses : le rapport des volumes des deux élémens, et leurs pesanteurs spécifiques. Celles-ci, étant indispensables dans un grand nombre de recherches, étaient déjà connues ; et pour la première, l'eudiomètre de Volta suffisait. C'est à ce moyen que l'on accorda avec juste raison le plus de confiance, lorsque MM. Gay-Lussac et de Humboldt eurent fait connaître, dans leur beau Mémoire sur l'eudiométrie, les véritables proportions en volume des principes de l'eau, et après que MM. Biot et Arago eurent-

apporté, dans la mesure des pesanteurs spécifiques des principaux gaz, les soins les plus minutieux.

Si le nombre proportionnel de l'hydrogène 1,327, déduit de ces résultats, était en erreur, on ne pouvait s'en prendre qu'à la pesanteur spécifique de l'hydrogène, ou à celle de l'oxigène, ou à toutes les deux à la fois; car le rapport en volume a cet avantage remarquable, qu'étant garanti par une loi générale, il ne comporte absolument aucune inexactitude. Avant de nous livrer à de nouvelles observations sur les densités de l'oxigène et de l'hydrogène, nous avons desiré obtenir, par un moyen simple, une confirmation de nos doutes. La décomposition d'un oxide par l'hydrogène nous a paru en même temps le plus exact et le plus commode. Voici les précautions que nous avons prises pour rendre l'expérience parfaitement concluante.

Nous avons d'abord cherché à nous procurer du gaz hydrogène bien pur. Le zinc distillé n'est pas préférable, pour cet objet, au zinc du commerce; il contient les mêmes impuretés, savoir : du plomb, de l'étain, du cuivre, du fer, du cadmium, du soufre; mais en faisant passer le gaz hydrogène par un tube contenant des fragmens de potasse caustique légèrement humectés, il perd complètement son odeur et sort parfaitement pur. L'expérience était disposée de la manière suivante :

Un courant de gaz hydrogène développé par l'action de l'acide sulfurique étendu d'eau sur le zinc se purifiait en passant sur des fragmens de potasse caustique légèrement mouillés, et se desséchait ensuite en traversant du muriate de chaux. Puis il se trouvait en contact avec de l'oxide de cuivre desséché et renfermé dans un

tube qui était lié à l'appareil par deux petits tuyaux de gomme élastique ; ce qui permettait d'en avoir le poids très-exactement avant et après l'expérience. Lorsque le gaz avait passé en quantité suffisante pour chasser l'air atmosphérique, on chauffait l'oxide avec une lampe à esprit-de-vin. Dans les premières expériences, la plus grande partie de l'eau formée était reçue à l'état liquide dans un petit récipient adapté à l'extrémité du tube précédent, afin de pouvoir en constater la pureté. Dans les autres, le liquide et le gaz excédant passaient à travers une longue colonne de muriate de chaux fondu. On voit facilement de quelle précision ce genre d'expérience est susceptible. Aussi les résultats obtenus à diverses reprises s'éloignent-ils très-peu l'un de l'autre ; et comme nous n'avons pu découvrir aucune impureté dans l'eau ainsi formée, on peut considérer les nombres ci-dessous comme l'expression aussi exacte qu'il est possible de la composition de ce fluide.

Nos des expér.	Perte de poids de l'oxide de cuivre ou oxig. de l'eau.	Augmentation du poids du muriate de chaux, ou poids de l'eau.	Poids de l'hydrogène combiné avec 100 d'oxig.	Proportions des élémens de l'eau dans un poids = 100.	
1	8g,051	9,052	12,434	oxig. 88,942	hyd. 11,058
2	10,832	12,197	12,601	88,809	11,191
3	8,246	9,270	12,418	88,954	11,046
		Moye	12,488	Me 88,9	11,1

La moyenne de ces résultats donne 12,488 d'hydrogène pour 100 d'oxigène, au lieu de 13,27, nombre adopté : ce qui fait presque un douzième de différence.

Nous ne pouvions plus douter de la réalité de l'erreur que nous avions soupçonnée ; mais il fallait en rechercher la cause en prenant de nouveau les densités de l'oxigène et de l'hydrogène : c'est ce que nous avons fait par les méthodes connues, en y ajoutant seulement les précautions suivantes qui nous paraissent d'une assez grande importance pour être rapportées.

M. Dalton a prouvé qu'un gaz quelconque insoluble dans l'eau ne peut pas séjourner sur ce liquide, même pendant un temps assez court, sans être souillé d'une certaine quantité du mélange gazeux que l'eau tient toujours en dissolution. Lorsqu'il s'agit d'un gaz d'une densité peu différente de celle de l'air atmosphérique, le fluide qui se dégage de l'eau n'apporte aucune erreur notable; mais pour le gaz hydrogène en particulier, on conçoit qu'un centième d'air seulement suffirait pour produire une erreur énorme. Il est très-probable que c'est à cette cause, qui n'était pas connue à l'époque où MM. Biot et Arago ont fait leurs expériences, qu'il faut attribuer l'erreur qui affecte le nombre qu'ils ont trouvé pour la densité du gaz hydrogène; et cette erreur était d'autant plus difficile à éviter avant d'en connaître la source, que le gaz hydrogène y est plus sensible qu'aucun autre, à cause de sa légéreté, et qu'il s'altère aussi plus rapidement dans les conditions que nous venons d'indiquer. Nous avons réussi à nous préserver de cet inconvénient en recouvrant la surface de l'eau dans l'intérieur de la cloche, d'une couche d'huile fixe de deux ou trois centimètres d'épaisseur, l'échange des gaz se faisant, comme l'on sait, beaucoup plus difficilement à travers ce liquide.

On trouvera ci-dessous des observations faites sur des

gaz desséchés et sur des gaz saturés d'humidité. On peut indifféremment opérer de l'une ou de l'autre manière, surtout quand la température de l'atmosphère n'est pas très-élevée. Cependant il nous a paru que les observations relatives aux gaz privés d'eau s'accordaient mieux entre elles. Ce n'est pas que la correction qu'on est obligé de faire pour la vapeur d'eau repose sur des données inexactes ; mais en faisant passer les gaz humides de la cloche dans le ballon, il est difficile d'empêcher complètement la précipitation d'une certaine quantité de vapeur par suite de l'abaissement de température que détermine la dilatation subite du fluide élastique humide.

M. Biot a proposé, pour éviter de trop longs calculs et des corrections souvent incertaines, de peser le ballon vide avant et après la pesée du gaz, et de prendre la moyenne de ces deux valeurs pour le véritable poids du ballon au moment où on le pèse plein du fluide élastique. Pour que ce procédé soit exact, il faut que les variations atmosphériques se fassent uniformément, et que les première et troisième pesées soient prises à une distance à-peu-près égale de la pesée intermédiaire. Pour de courts intervalles, il est certain que l'on ne courrait le risque d'aucune erreur importante. Mais quand on opère sur des fluides élastiques obtenus par des procédés longs et d'une exécution difficile, il peut s'écouler un temps considérable entre la première et la seconde pesée, et pendant le double de cet intervalle l'uniformité des variations peut n'être plus réelle. Il nous a semblé préférable de prendre le poids du ballon vide immédiatement après chaque pesée du ballon plein. Il ne faut que quelques minutes pour faire le vide, et

pendant ce laps de temps on peut supposer, à moins de circonstances bien rares, que les conditions de l'atmosphère restent invariables. C'est la méthode que nous avons constamment suivie dans les observations dont nous allons rapporter les résultats, et qui comprennent, outre l'oxigène et l'hydrogène, l'azote et l'acide carbonique.

L'oxigène a été extrait du chlorate de potasse. Pour éviter la petite quantité d'acide carbonique qui aurait pu provenir de quelques parcelles de matière végétale, on le fesait passer à travers une forte dissolution de potasse caustique. Nous nous sommes procuré le gaz hydrogène par les moyens déjà indiqués.

Le gaz acide carbonique dégagé du marbre blanc par l'acide nitrique traversait une longue colonne de sous-carbonate de soude cristallisé et pulvérisé avant d'arriver dans la cloche. Enfin, nous avons obtenu l'azote en décomposant l'ammoniaque par le chlore, et faisant passer le gaz successivement dans une liqueur acide et dans une dissolution de potasse.

1°. *Gaz parfaitement secs.*

Nom du gaz.	Temp. du gaz.	Elasticité du gaz.	Tension de l'air restant.	Poids du ballon plein.	Poids du ballon vide.	Poids du gaz, à 0° et à 0^{m},76
Air atmos.	20°,5	0,75655	0,0044	741,798	731,730	105,995
Id.	*id.*	0,7575	0,0044	741,81	731,733	10,993
Oxigène.	21°,5	0,7635	0,0044	742,765	731,605	12,122
Acide car.	18°	0,7550	0,0044	747,175	731,720	16,760
Id.	*id.*	0,7662	0,0044	747,225	731,540	16,760

Poids moyen de l'air = 10,994.
Pes. spéc. de l'oxigène = 1,1026.
De l'acide carbonique, 1,5245.

2°. *Gaz saturés d'humidité.*

Air atmos.	8°,8	0,7587	0,0022	949,915	941,165	9,1358
Oxigène.	10°,7	0,7458	0,0022	950, 573	941,170	10,0743
Hydrog.	6°.	0,7541	0,0022	941,805	941,140	0,6276

Pes. spéc. de l'ox. = 1,1027 ; pes. sp. de l'hyd. = 0,0687.

3°. *Gaz saturés d'humidité.*

Air atmos.	8°,83	0,7635	0,0022	842,562	836,583	6,2026
Azote...	8°,56	0,7472	0,0022	842,28	836,565	6,0521

Pesant. spécif. de l'azote = 0,976.

Pesant. spécif. d'après nos expériences.		Pesant. spéc. d'après MM. Biot et Arago.
Oxigène.....	1,1026	1,10359
Hydrogène.....	0,0688 (*a*).	0,07321
Acide carbonique	1,524	1,519
Azote.....	0,976	0,969

On voit que le plus grand écart entre nos résultats et ceux de MM. Biot et Arago est relatif à la densité de l'hydrogène ; ce qui confirme ce que nous avons dit plus haut de la seule cause présumable de cette différence. L'excès du nombre que nous avons trouvé pour l'acide carbonique, quoique assez faible, influe cependant d'une manière sensible sur la densité de la vapeur de

(*a*) En partant des proportions en poids des élémens de l'eau que nous avons rapportées plus haut et de la densité de l'oxigène 1,1026 fournie par nos expériences, on trouve pour la pesanteur spécifique du gaz hydrogène 0,0688 au lieu de 0,0687, nombre obtenu directement.

carbone, à cause de la légèreté de celle-ci ; et il nous a paru que cette nouvelle détermination s'accordait mieux avec les résultats de l'analyse des substances végétales. Enfin, la densité de l'azote calculée d'après nos observations se rapproche davantage de celle que l'on déduit de la composition des nitrates (1).

Nous avons réuni, dans le tableau ci-dessous, pour la commodité de ceux qui font des recherches, les densités et les proportions en poids de plusieurs composés, calculées d'après les bases ci-dessus. Ces nombres doivent être préférés à ceux que l'on a obtenus par des analyses directes, qui ne comportent presque jamais le degré d'approximation que l'on peut obtenir pour les gaz précédens.

Avant de terminer, nous ferons observer que les nouvelles déterminations que nous venons de présenter diffèrent peu de celles qui se trouvent dans un Mémoire anonyme imprimé dans les *Annals of Phylosophy*, pour novembre 1815 et février 1816, et dont un extrait a paru dans les *Annales de Chimie et de Physique*, t. I, p. 411. Mais l'auteur anglais n'avait fait aucune observation, et les hypothèses qui lui ont servi à corriger les nombres adoptés étant absolument gratuites ou fausses, ses résultats ne pouvaient inspirer aucune confiance.

---

(1) 100 de protoxide de plomb contiennent 7,171 oxigène. 100 de nitrate de plomb sont formées de 67,31 oxide de plomb, et de 32,69 d'acide nitrique. (*Berzelius.*) En admettant, pour la densité de l'oxigène, 1,1026, on trouve, en partant de cette analyse, 0,977 pour la densité de l'azote.

Noms des substances.	Densités, l'air atm. = 1.	Poids de l'atome, l'ox. = 100.	Proportions en poids.
Oxigène.....	1,1026	100	
Hydrogène..	0,0688	6,244	
Azote.....	0,976	88,518	
Vap. de carb.	0,4214	38,218	
Acide carb...	1,524	138,218	Oxig... 72,35. Carb. 27,65
Ox. de carb..	0,9727	88,218	*Id*... 56,68. *Id*. 43,32
Gaz oléfiant..	0,9804	88,924	Hyd. 14,035. Carb. 85,965
Gaz des marais	0,5590	50,706	*Id*... 24,615. Carb. 75,385
Vap. d'eau...	0,620	56,244	Ox... 88,9. Hyd. 11,1
Ox. d'azote..	1,5273	138,518	Ox... 36,097. Az. 63,903
Gaz nitreux..	1,001	94,259	*Id*... 55,069. *Id*. 44,931
Ac. hyp. nitr.	»	477,036	*Id*... 62 888. *Id*. 37,112
Acide nitreux	3,1812	288,518	*Id*... 69,320. *Id*. 30,680
Ac. nitr. sec..	»	677,036	*Id*... 73,842. *Id*. 26,158
Ac. nit. conc.	»	902,012	Ac. sec. 75,059. Eau 24,941
Ammoniaque.	0,5912	53,884	Hyd. 17,287. Az. 82,713
Sous-car. d'am.	»	122,993	Ac. car. 56,190. Am. 43,810
Cyanogène...	1,8188	164,954	Carb. 45,339. Az. 53,661
Ac. hyd.. cyan.	0,9438	85,597	Carb. 44,65. Hyd. 3,645. Az. 51,705.
Vap. d'alcool.	1,6004	»	Carb. 52,661. Hyd. 12,896 Oxig. 34,443.
Vap. d'éther.	2,5808	»	*Id*... 65,313. Hyd. 13,329. Ox. 21,358.

Extrait *d'un Mémoire de M.* Olbers *sur le passage de la comète de* 1819 *sur le disque du soleil* (1).

Tous les élémens indiquent ce passage. Selon ceux de Dirksen, l'immersion a eu lieu à 17^h 30′ 34″, et

(1) La comète observée en juillet 1819 se projeta sur le disque du soleil le 26 juin, depuis 5^h 13′ du matin jusqu'à

l'émersion à $21^h\ 5'\ 37''$, le 25 juin 1819 : les heures sont comptées en temps vrai, méridien de Milan. A $19^h\ 18'\ 6''$, le centre de la comète n'était éloigné de celui du soleil que de $2'\ 8''$. L'aberration retarde ces phases de $5'\ 31''$, et la parallaxe de $\frac{1}{2}$ minute pour les observatoires de l'Allemagne.

Dans les *Ephémérides* de Berlin pour 1822, je concluais, dit M. Olbers, de l'observation de M. de Lindener, confirmée par une observation faite en Autriche, que la comète a été invisible sur le disque du soleil ; mais actuellement il est prouvé que le soleil n'était pas sans taches à cette époque, et si ces taches n'ont pas été remarquées par les deux observateurs en question, la comète, bien plus difficile à voir, pouvait leur échapper aussi, quoique un œil plus attentif ou plus perçant ait pu la remarquer. Voici des témoignages incontestables pour l'existence des taches.

$8^h\ 50'$, les heures étant comptées sur le méridien de Paris. On a vu, dans le Cahier de décembre 1819, que, dans cet intervalle de plus de trois heures et demie, le général Lindener avait observé le soleil à diverses reprises sans y apercevoir de taches, d'où résultait la conséquence curieuse que la comète était diaphane, ou du moins que son noyau opaque ne soutendait pas un angle sensible. Cette conséquence, il est vrai, reposait sur la double supposition que le général Lindener avait une grande habitude des observations astronomiques, et que sa vue, à l'âge avancé de soixante-dix-sept ans, était encore suffisamment bonne : or, j'imagine que les lecteurs concevront quelques doutes à cet égard, après avoir vu l'extrait que nous insérons ici d'un Mémoire de M. Olbers, qui a paru dans les *Ephémérides* de Berlin, pour 1823. (R.)

1) M. Schumacher, alors à Altona, a déterminé l'erreur de collimation de son sextant de Troughton, plusieurs fois au mois de juin, et entre autres le 25, vers 20^{h}. Il se rappelle bien positivement de n'avoir jamais vu le soleil sans taches. La lunette du sextant grossit dix fois à-peu-près : il n'est donc nullement probable qu'une de ces taches pût être la comète.

2) Le professeur Brandes, à Breslaw, a regardé le soleil le 26 juin, un peu avant midi, avec une lunette grossissant trente-quatre fois, et il a aperçu une tache bien visible, prête à passer derrière le disque, et précisément à l'endroit où elle devait se trouver d'après les observations précédentes. Cette observation devient importante en la comparant à celle que M. le D^{r} Gruithuisen a fait insérer dans la *Gazette politique* de Munich, du 12 août 1819. D'après le *Journal météorologique* du D^{r} Gruithuisen, il y avait, le 26 juin, à 8^{h} du matin, deux petites taches sans nébulosité, près du bord occidental du soleil. On en voyait aussi une au milieu du disque apparent. « Autant qu'il se le rappelle, la tache du » milieu était très-petite et indéterminée : il serait donc » possible que ce physicien eût vu la comète sur le disque » du soleil. Néanmoins il restera des doutes tant qu'on » n'apprendra pas qu'un autre observateur a vu ce point » noir, soit avant, près du bord austral, soit après, près » du bord boréal, attendu qu'on n'a jamais vu des taches » dans le voisinage des poles du soleil. Cette tache du » milieu paraissait un peu plus grande que le double du » 4^{me} satellite de Jupiter ; ce n'était pas une ancienne » tache : en effet, quatre jours auparavant, M. Gruit- » huisen avait observé les taches suivantes :

» Près du bord occidental, une grande tache avec né-
» bulosité ;

» Vers le milieu, mais encore un peu à l'occident,
» trois nouvelles taches d'une certaine grandeur, et beau-
» coup de petites ;

» Et tout près du bord oriental, une petite tache.

» Les grandes taches du milieu devaient être, le
» 26 juin, près du bord occidental, et avoir diminué beau-
» coup ; celle du bord oriental avait disparu ; au moins
» est-il certain qu'elle n'était pas parvenue au milieu du
» soleil en quatre jours : il suit de là que le petit point
» noir au milieu du disque, le 26 juin, était une tache
» nouvelle ou le noyau de la comète. » (1)

Les observations de MM. Brandes et Gruithuisen paraissent indiquer que, entre le 23 et le 28 juin, nulle des taches ordinaires, vues avant ou après cette époque, n'a pu se montrer au milieu du disque solaire ; et l'observation faite à Hannover par le professeur Wildt paraît confirmer celle faite le 26 juin par M. Gruithuisen.

« J'ai observé le soleil, dit M. Wildt, vers le 26 juin,
» au plus un ou deux jours plus tôt ou plus tard, et j'y
» ai vu une tache indéterminée, dont je me rappelle en-
» core assez bien la grandeur et la situation. Je crois
» avoir vu la comète sur le soleil : mon observation fut
» faite vers 7 heures du matin, et pourrait indiquer la
» situation et la grandeur de la comète. C'est peut-être la
» seule fois que je n'aie pas mis par écrit mon observation ;

(1) Ce qui est marqué par des » est extrait de la note de M. Gruithuisen, par M. Olbers.

» mais la tache était si délayée (verwaschen) et si indéter-
» minée, qu'elle me paraissait peu intéressante. Il est
» vraiment à regretter que l'idée d'une comète ne me
» soit pas venue. La circonstance de n'avoir pas écrit
» mon observation me fait croire qu'elle a été faite le
» 26 juin; car je puis indiquer pour ce jour les circon-
» stances qui m'ont interrompu de si bonne heure. Si
» donc les calculs de M. Olbers étaient confirmés par
» les dernières observations, je serais très-porté à croire
» que j'ai vu la comète sur le disque du soleil. »

Je ne veux nullement décider, ajoute M. Olbers, si ce que MM. Gruithuisen et Wildt ont vu sur le soleil (à l'époque du passage) était réellement la comète ou une tache ordinaire. Néanmoins nulle des taches vues avant le 26 juin ne pouvait être, ce jour-là, au milieu du disque, et M. Brandes n'aperçut pas, à 12 heures, la tache observée, à 8 heures, par M. Gruithuisen : ces deux faits paraissent bien remarquables. Il est à regretter qu'il n'y ait aucune observation décisive d'un phénomène aussi intéressant et aussi rare; mais il m'a paru néanmoins convenable de rassembler ici toutes les observations du disque solaire faites le 26 juin 1819, et dont j'ai eu connaissance.

Sur *la Hauteur relative des niveaux de la mer Noire et de la mer Caspienne.*

Nous avons donné, dans le premier volume des *Annales*, page 55 et suivantes, les résultats des trois mesures barométriques exécutées par MM. Engelhardt et

Parrot, pour déterminer la hauteur du niveau de la mer Noire au-dessus du niveau de la mer Caspienne. La ligne nivelée par ces deux voyageurs s'étend de l'embouchure du Kuban, sur la mer Noire, jusqu'à celle du Terek sur la mer Caspienne : la moyenne de leurs trois déterminations est 99 mètres, ou 305 pieds : il est donc prouvé par là qu'il existe, en Perse et en Russie, un très-grand nombre de lieux habités qui sont situés fort *au-dessous* des niveaux de la mer Noire, de la Méditerranée et de l'Océan. Les mesures de MM. Engelhardt et Parrot viennent d'être confirmées, sinon quant à la valeur numérique du résultat en question, du moins quant à l'existence d'une différence de niveau considérable entre les deux mers, par plusieurs combinaisons de mesures barométriques que nous allons faire connaître.

M. Pansner a trouvé, par un grand nombre d'observations barométriques faites à Astrakhan, et comparées à celles de Pétersbourg, que le niveau de la mer Caspienne est au-dessous de celui de la Baltique de 155 pieds (50 mètres).

Les observations barométriques de l'académicien russe Inochodsow, montrent que Kamüschen, sur le Wolga, à 568 wersts d'Astrakhan, est de 177 pieds au-dessous du baromètre de Pétersbourg ; mais ce baromètre est lui-même plus élevé que la Baltique de 65 pieds ; il reste donc 112 pieds (36 mètres) pour la quantité dont Kamüschen est *au-dessous* du niveau de la mer Baltique.

Il résulte des observations du Dr Haas, que Neutscherkask sur le Don est plus élevé qu'Astrakhan de

193 pieds ; de Neutscherkask à la mer, la chute du Don ne surpasse guère 8 pieds ; la mer Noire serait donc, d'après ces données, plus élevée qu'Astrakhan de 185 pieds = 60 mètres.

(Il paraît que M. Pansner a établi qu'il existe une grande différence de niveau entre la mer Noire et la mer Caspienne, par une troisième combinaison totalement différente des précédentes ; mais nous avons le regret de ne pas pouvoir l'indiquer : le Mémoire original de M. Pansner ne nous est pas parvenu, et l'article de l'*Edimburgh philosophical Journal*, où l'on parle de cette troisième combinaison, est tout-à-fait inintelligible.)

M. Pansner a trouvé, par de nombreuses observations barométriques, que le Wolga, près de sa source, à Ostaschkow, est plus haut que la Baltique de 803 pieds. D'après le même observateur, la Baltique est plus élevée que la mer Caspienne de 155 pieds. On a donc, pour la chute du Wolga, depuis sa source jusqu'à son embouchure, 958 pieds = 311 mètres.

Le point le plus élevé que M. Pansner ait trouvé dans ces contrées, est situé entre les villes d'Ostaschkow et de Waldai ; sa hauteur au-dessus de l'Océan n'est cependant que de 1051 pieds.

Compte *des dépenses faites à l'hôpital Saint-Louis, pendant l'année* 1820, *pour l'éclairage de cet établissement par le gaz hydrogène.*

La consommation du charbon a été de 3179 hect. 50 au prix de 4 fr. 20 c. l'hectolitre.

Savoir : Charbon employé à la distillation	Creusot.....	511 50	1897 50	à 4 f. 20,	7969 f. 50
	St.-Étienne	1386			
Id. employé au chauffage des cornues	Creusot.....	1066	1282 »	*idem.*	5384 40
	St.-Étienne	216			
			3179 50	à 4 f. 20,	13353 90

Les 1897 hectolit. 50, distillés dans les cornues, ont produit :

1°. Gaz hydrogène, 714321 pieds cubes ;					
2°. Coke	1re qualité	2779 h°. 97 ou 185 voies $\frac{197}{200}$	à 50 f.	9266 f.	
	2e qualité	504 h°. 17 ou 33 voies $\frac{63}{200}$	à 25 f.	860 25	
		3284 h°. 14 ou 218 voies $\frac{97}{200}$		10 126 25	11925 f. 84
3°. Goudron	1re qualité	7222 h°. 35	à 25 c.	1 805 59	
	2e qualité	8024 h°. 85	Mémoire.		
				1 805 59	
Reste pour la dépense résultante de la consommation du charbon.....					1428,06
A quoi ajouter les frais accessoires :					
Deux hommes calculés à 2 francs par jour.....					1460
Une cornue (aucune cependant n'a été mise hors de service en 1820					400
Réparation des fourneaux.....					150
Chaux, acide sulfurique.....					50
Entretien et réparation des conduits.....					200
					2260
Total de la dépense.....					3688 f. 06
L'éclairage à l'huile coûtait.....					8000
Différence.....					4311 f. 94

Ces 4311 f. 94 représentent et au-delà l'intérêt à 10 p. 100 de 40,000 fr., somme avec laquelle on pourrait établir un

appareil d'éclairage qui suffirait au service de l'hôpital Saint-Louis.

Il faut, en effet, rappeler ici ce qui a été dit en toute circonstance, que l'appareil actuel de l'hôpital a coûté 120,000 fr., mais que l'on comprend dans cette dépense, 1°. tous les essais qui ont dû être faits; 2°. les frais de construction des bâtimens qui renferment les fourneaux et chaudières de bains de l'hôpital; 3°. enfin, que le corps de l'appareil placé dans ces mêmes bâtimens a été établi pour un éclairage de 12 à 1500 becs, et que cet éclairage devait s'étendre de l'hôpital Saint-Louis à l'hospice des Incurables hommes, à la maison royale de Santé et à la prison de Saint-Lazare.

En prélevant 4000 fr., montant à 10 p. 100 de l'intérêt de 40,000 fr., somme que coûterait l'appareil nécessaire pour les 320 becs en activité à Saint-Louis, il reste encore en bénéfice net 311 fr. 94 c.; mais le plus beau bénéfice résulte des considérations qui suivent.

En comparant l'ancien éclairage au nouveau, on voit que, dans l'ancien mode, l'hôpital n'était éclairé qu'avec 127 becs, tandis qu'il l'est maintenant avec 320, et que chaque bec alimenté avec le gaz donne plus de lumière que chaque ancien bec alimenté avec de l'huile; on estime généralement que l'hôpital est trois fois mieux éclairé qu'il ne l'était autrefois, c'est-à-dire que pour l'éclairer à l'huile, tel qu'il l'est maintenant avec le gaz, il faudrait dépenser une somme de 24,000 fr. : or, on produit cet effet en dépensant 7,688 fr. 06 c. par an. L'éclairage au gaz établi à l'hôpital Saint-Louis donne

donc réellement une économie annuelle de 16311 fr. 94 c.

Paris, le 18 janvier 1821.

L'administrateur des hôpitaux et hospices, chevalier de l'Ordre royal de la Légion d'Honneur, chargé de la surveillance spéciale de l'hôpital Saint-Louis.

Signé PELIGOT.

(*Note du Rédacteur.*)

Quelques personnes ayant élevé des doutes sur la possibilité d'établir en France avec économie l'éclairage par le gaz, nous avons pensé devoir mettre sous les yeux du lecteur le compte des dépenses faites, en 1820, à l'hôpital Saint-Louis. Ce compte, comme on a vu, se compose de données positives; le seul article qui puisse être un objet de contestation est celui qui se rapporte à la valeur réelle de l'appareil. Dans la note présente, cette valeur n'est portée que pour 40,000 fr., tandis qu'en réalité, la commission qui avait été chargée par M. Chabrol, préfet de la Seine, de la direction des travaux, en a dépensé 120,000; mais il est juste de remarquer avec M. Peligot, que cet appareil a été établi pour 1500 becs d'Argand, et que tout se trouve ainsi préparé pour l'éclairage de l'hospice des Incurables, de Saint-Lazare et de la maison royale de Santé; que le service des bains a été établi dans le même local; que sur la somme totale des 120,000 f. dépensés, 42,000 ont été employés en simples travaux de maçonnerie, l'administration ayant desiré que le nouvel édifice ne formât pas un disparate trop choquant à côté des belles lignes d'architecture du bâtiment principal; et que 6000 fr. cependant auraient suffi, si, comme en Angleterre, on s'était contenté de mettre l'appareil à l'abri sous un hangard. Enfin, et ceci me paraît trancher toute difficulté sur cet article, j'ai sous les

yeux un tarif imprimé que M. Gengembre a fait distribuer, et dans lequel il s'engage à établir un appareil de 400 becs, semblable à celui de l'hôpital Saint-Louis, pour la somme de 23,000 fr.

Le savant distingué qui a publié un examen critique de l'éclairage par le gaz hydrogène, a supposé que, dans un établissement semblable à celui de Saint-Louis, on userait *quatre* cornues de fonte par an. On voit, par le compte précédent, qu'en 1820 il n'y a pas eu de cornue hors de service; en 1819, une seule avait été usée: elle durait depuis 17 mois, et avait servi non-seulement à l'éclairage durant l'année, mais encore à tous les essais antérieurs de la commission. Une erreur plus grave, qu'on a également commise, consiste à supposer que si la cornue est usée, les bouchons et les ajustages le sont aussi, tandis qu'en réalité ces dernières parties qui se montent à vis et à écrou sur la cornue proprement dite, n'éprouvent pas de détérioration appréciable, et pourront servir pendant un grand nombre d'années.

Nous présentons ces observations avec franchise au chimiste habile qui s'est déclaré l'antagoniste de l'éclairage par le gaz, bien entendu que nous accueillerons avec empressement et que nous nous ferons un devoir d'imprimer dans les *Annales*, les remarques critiques dont cet article pourrait paraître susceptible. Cinq ou six villes des plus considérables de l'Angleterre, ont totalement remplacé l'ancien éclairage à l'huile par l'éclairage à l'aide du gaz hydrogène extrait du charbon de terre. Déterminer, en partant des expériences dont l'administration publique de la ville de Paris a fait libéralement tous les frais, jusqu'à quel point ce nouveau système est applicable en France, nous paraît une recherche très-importante, et qui se rattache par trop de points aux progrès de notre industrie, pour qu'il ne suffise pas de la signaler aux personnes qui en possèdent tous les élémens. (A.)

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 13 *novembre* 1820.

Le secrétaire lit une lettre de M. Vallée, relative à l'ouvrage qu'il a présenté à l'Académie sur la théorie des ombres.

On dépose sur le bureau un écrit de M. Meusnier, sur quelques expériences de physique.

M. Lehot adresse une lettre relative à l'expérience dont M. Fresnel a rendu compte à l'Académie dans la dernière séance. La voici textuellement.

« Pendant la lecture que M. Fresnel fit, dans la séance dernière, de son Mémoire sur le magnétisme, je me rappelai que j'avais fait, il y a environ six ans, l'expérience qu'il indique ; et comme il a déclaré n'avoir remarqué que des résultats incertains, j'ai l'honneur de faire part à l'Académie de ceux que j'ai obtenus, qui paraissent décisifs.

» J'employai deux fils de fer très-fins plongés en partie dans de l'eau pure : l'un était en contact avec le pole sud d'une pierre d'aimant, et l'autre avec le pole nord. Le premier, au bout de onze heures, avait produit beaucoup de rouille, et le second n'en offrait aucune trace. Du reste, je n'ai point remarqué de production d'hydrogène du côté du pole nord.

» Les mêmes fils étant plongés dans de la teinture de tournesol, celui qui correspondait au pole sud s'est oxidé, et la portion de teinture qui en était très-voisine est passée au rouge, tandis que le fil qui correspondait au

pole nord est resté sans altération ; ainsi que le liquide qui l'entourait.

» Le fer plongé dans l'eau s'oxide, mais il paraît que cette propriété est augmentée par l'un des états magnétiques et diminuée par l'autre ; en sorte que lorsque, dans les expériences précédentes, la pierre d'aimant est très-forte et les fils de fer très-fins, l'oxidation est nulle au pole boréal.

» Un fil de fer non aimanté, plongé dans l'eau et placé dans la sphère d'activité d'un aimant, sans être en contact avec lui, s'oxide aussi à l'une de ses extrémités plus qu'à l'autre.

» Au reste, Monsieur le président, je ne prétends pas à la découverte du fait principal qui sert de base aux expériences précédentes, et qui a été entrevu dernièrement par M. Fresnel, attendu qu'il y a environ vingt ans que ce fait a été publié par M. Ritter, et qu'on le trouve cité dans plusieurs ouvrages sur le galvanisme, notamment dans l'Electrologie de M. Thouvenel, tome III, page 34, comme le prouve le passage suivant.

« Dans trois flacons remplis d'eau, dit M. Ritter, » on a mis les fils ci-dessus, savoir : dans le premier, » le bout méridional du fil aimanté ; dans le second, » le bout septentrional du même fil ; et dans le troi- » sième, le bout d'un fil de fer non aimanté. Celui du » pole méridional s'oxide le premier, celui du fer non » aimanté s'oxide un peu moins vite ; enfin, celui du » pole septentrional s'oxide beaucoup plus tard. »

» J'ai pensé, Monsieur le président, que ces observations pourraient peut-être intéresser l'Académie dans un moment où toute l'Europe savante s'occupe

des rapports qui existent entre le galvanisme et le magnétisme.

» J'ai l'honneur d'être avec une haute considération, Monsieur le président, etc. »

(Les lecteurs se rappelleront que M. Fresnel a annoncé, postérieurement à la lecture de sa note à l'Institut, qu'ayant répété un grand nombre de fois l'expérience de la décomposition de l'eau, à l'aide d'un fil mis en communication avec les deux poles d'un aimant, il a trouvé tantôt des résultats dans un sens, tantôt des résultats en sens contraire, et qu'en somme toutes les conséquences qu'on voudrait en tirer lui sembleraient prématurées. (*Voyez* le Cahier d'octobre, page 219.)

Le sous-préfet d'Embrun envoie la description d'un phénomène qu'il a observé, le 7 septembre, pendant l'éclipse de soleil.

M. Ampère fait un rapport sur le Mémoire de M. Boisgiraud qui a été inséré dans le Cahier précédent.

M. Aimé Giraud lit la première partie d'un *Mémoire sur la rage.*

M. Prevost lit un Mémoire intitulé : *Essai sur la constitution physique et géognostique du bassin à l'ouverture duquel est située la ville de Vienne en Autriche.*

Séance du lundi 20 *novembre.*

M. Gauss témoigne sa reconnaissance à l'Académie à l'occasion de sa nomination comme associé étranger.

Le Ministre de l'Intérieur, ayant consulté l'Académie

pour savoir s'il conviendrait d'acquérir les manuscrits de feu M. Reineck, mort à Ancenis, qui s'occupait beaucoup de chimie technologique, M. Vauquelin fait un rapport favorable d'après la connaissance qu'il a eue autrefois des travaux de M. Reineck.

M. du Petit-Thouars commence la lecture d'un Mémoire intitulé : *Sur la fleur considérée comme une transformation de la feuille et du bourgeon qui en dépend.*

M. Girardin lit une note sur la fièvre jaune. M. Moreau de Jonnès donne des renseignemens nouvellement arrivés de la Martinique sur le même objet.

On lit un Mémoire arrivé de la Martinique sans nom d'auteur, intitulé : *Théorie nouvelle sur le traitement de la fièvre jaune.* (Il sera fait un rapport à ce sujet.)

Séance du lundi 27 novembre.

L'Académie reçoit un Mémoire envoyé pour le concours sur la question relative à la maturation des fruits.

M. Maurice lit un rapport très-détaillé sur un ouvrage présenté à l'Académie par M. Agatino-San-Martino, de Catane. Nous regrettons que la nature de ce journal ne nous permette pas de faire connaître l'extrait très-intéressant que le rapporteur a donné de l'ouvrage du géomètre sicilien.

M. Dupin lit un *second Mémoire sur l'état sanitaire de la flotte britannique.*

M. de La Borne lit un Mémoire sur un nouveau genre d'aérostat.

M. Allenet présente un instrument propre à remé-

dier à l'incontinence d'urine. (L'instrument sera examiné.)

La section d'astronomie présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour les deux places de correspondans vacantes dans son sein : MM. Brinkley, à Dublin ; Bohnemberger, à Stuttgard ; Enke, à Gotha ; Carlini, à Milan ; Groombridge, à Londres ; Soldner, à Munich ; Struve, à Dorpat.

(On pourrait s'étonner de ne pas voir le nom de M. Plana dans cette liste ; mais la section a pensé que cet habile astronome étant en même temps très-bon mathématicien, devait être présenté dans la section de géométrie, pour laquelle il y a moins de candidats.)

Séance du lundi 4 décembre.

Le Baron Cagniard de Latour adresse une *Note sur une nouvelle machine à vapeur.* On fera un rapport sur le contenu de la note.

On procède au scrutin pour la nomination de deux correspondans dans la section d'astronomie. MM. Brinkley et Bohnemberger réunissent la majorité des suffrages.

M. Vauquelin fait un rapport sur l'analyse du quinquina de MM. Pelletier et Caventou.

Le Mémoire ayant déjà paru en entier dans les *Annales*, nous nous contenterons de dire qu'en adoptant les conclusions des commissaires, l'Académie a décidé qu'il est très-digne de l'insertion dans le volume des *Savans étrangers.*

M. Ampère lit un nouveau *Mémoire sur la loi mathématique des attractions et des répulsions électriques.*

Séance du lundi 11 *décembre.*

M. Le Jai avait envoyé la description d'un instrument qu'on peut mettre en mouvement à l'aide de chevaux et de bœufs, et qui, suivant lui, remuera la terre plus profondément qu'une charrue. Les commissaires que l'Académie avait nommés pour examiner ce mécanisme, ont fait aujourd'hui leur rapport; mais, attendu qu'aucune expérience ne garantit le succès des moyens inventés par M. Le Jai, ils ont pensé ne devoir prendre aucune conclusion positive.

M. Berthollet, au nom d'une commission, fait un rapport sur le Mémoire de M. Magendie, relatif aux phénomènes de l'absorption. Il est terminé par les conclusions suivantes:

« M. Magendie a donné dans ce Mémoire de nouvelles » preuves de la sagacité avec laquelle il s'efforce de porter » dans la physiologie la méthode rigoureuse des sciences » phys ques, et d'en bannir ce qui s'y trouve d'hypothé- » tique. Nous pensons que ce Mémoire mérite l'appro- » bation de l'Académie, et d'être imprimé dans le recueil » des *Savans étrangers.* » (*Voyez* l'extrait du Mémoire dans le précédent Cahier.)

M. Biot fait un rapport sur un Mémoire de M. Becquerel, relatif au développement de l'électricité dans les corps par compression.

(Nous espérons pouvoir imprimer prochainement cet intéressant Mémoire dans les *Annales.*)

M. Brogniart lit un rapport très-détaillé sur le Mémoire où M. Prévost a décrit la constitution géognostique du bassin de Vienne en Autriche.

Nous reviendrons sur cet objet dans une autre circonstance.

M. Ampère lit une note qui fait suite à celle qu'il avait présentée dans la séance précédente.

La Section d'économie rurale présente la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par la mort de M. Lafosse :

MM. Thaër, à Berlin; Lullin de Château-vieux, à Genève; Crud, près de Genève; Jaubert de Passa, à Perpignan; Mathieu de Dombasle, à Nancy; d'Hombres-Firmas, à Alais; Meas, à Philadelphie; Lair, à Caen.

Séance du lundi 18 décembre.

Il a été présenté un *Mémoire* de M. Gauday *sur l'art du chapelier*; un *théorème sur la conversion immédiate d'un polygone en un rectangle qui ait pour base un des côtés du polygone*, par M. l'Huillier; un *Mémoire sur une nouvelle formule intégrale de l'équation de la propagation du son*, par M. Parseval; des *Recherches de M. Coste sur les expériences de Hutton*. Ces divers écrits sont distribués entre différentes commissions qui en feront leur rapport à l'Académie.

M. Biot lit un deuxième Mémoire sur le mode d'action du fil conducteur d'une pile galvanique sur l'aiguille aimantée.

M. de Freycinet lit une notice abrégée sur son voyage. Nous nous empresserons de faire connaître le rapport de la commission à laquelle l'Académie a renvoyé l'examen de toutes les parties de cette importante expédition.

M. Thaër, de Berlin, obtient la majorité des suffrages pour la place de correspondant vacante dans la section d'économie rurale.

Séance du mardi 26 décembre.

M. de Ferussac a présenté un Mémoire manuscrit in-
ılé : *Prodrome de la famille des limaçons* ; et M. Beu-
ıt, le manuscrit de son voyage en Hongrie.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit un Mémoire intitulé : *De génération et du développement de quelques idées fon. mentales dans les études anatomiques.*

M. Brogniart lit un *Mémoire sur le gisement ou posi- n relative des ophiolides, euphotides, jaspes, etc., ns quelques parties des Apennins.*

M. Ampère lit une troisième note, *sur la loi des at- ıctions et des répulsions des courans électriques.*

ısumé *des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris, en* 1820.

ABLEAU *de la marche moyenne du thermomètre centigrade et de l'hygromètre de* Saussure.

Noms des mois.	Températures moyennes.	Températures moyennes de 9 heures du matin.	Température moyenne des caves.	Etat moyen de l'hygromè. de Saussure, à 3 heures après midi.
anvier.	— 0°,7	— 1°,4	12°,074	74°
'évrier.	+ 2,9	+ 2,2	12,074	74
Iars.	+ 4,9	+ 4,9	12,072	55
vril.	+ 11,6	+ 12,6	12,066	47
Iai.	+ 14,1	+ 15,9	12,075	53
uin.	+ 15,6	+ 17,6	12,077	54
uillet.	+ 18,3	+ 20,0	12,077	55
oût.	+ 18,7	+ 20,7	12,083	53
eptemb.	+ 14,2	+ 15,5	12,081	53
)ctobre.	+ 10,1	+ 9,8	12,087	65
Novemb.	+ 5,1	+ 4,2	12,074	70
)écemb.	+ 3,3	+ 2,7	12,069	78
Moyenn.	+ 9,84	+ 10,39	12,076	61

On voit, par cette table, que le mois d'octobre est, comme d'habitude, celui qui, pris isolément, donne le résultat le moins éloigné de la température moyenne annuelle; et que celle-ci est peu différente de la moyenne des seules observations de 9 heures du matin. Nous engagerons donc, comme l'an dernier, les personnes qui n'auraient pas le loisir d'observer chaque jour le thermomètre aux heures des *maximas* et des *minimas*, à se borner aux seules observations de 9^h, ou mieux encore à celles de 8^h heures du matin; elles n'obtiendront pas ainsi les véritables températures moyennes des mois : mais comme les résultats seront tantôt plus forts et tantôt plus faibles qu'il ne le faut, le quotient de leur somme divisée par douze, pourra être substitué sans erreur sensible à la vraie température moyenne annuelle.

Les extrêmes de la température à l'ombre et au nord ont été en 1820,

Le 31 juillet, $+ 32°,2$,
Le 11 janvier, $- 14°,3$.

Le thermomètre a donc parcouru, dans l'année, une étendue de 46°5 centigrades.

Le thermomètre des caves est à 85 pieds de profondeur; le résultat qu'il fournit doit être diminué de $0°,38$ à cause d'une erreur dans la gradation qui a été reconnue en 1817. La chaleur moyenne des souterrains était donc, en 1820, de $11°,696$ centigrades.

TABLEAU *des variations moyennes du thermomètre en* 1820.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM moyen.	MINIMUM moyen.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 1°,7	— 3,0	4°,7
Février.	+ 5,5	+ 0,3	5,2
Mars.	+ 8,4	+ 1,3	7,1
Avril.	+ 16,2	+ 7,0	9,2
Mai.	+ 18,8	+ 9,4	9,4
Juin.	+ 20,2	+ 11,0	9,2
Juillet.	+ 22,9	+ 13,7	9,2
Août.	+ 23,5	+ 13,8	9,7
Septembre.	+ 18,7	+ 9,7	9,0
Octobre.	+ 13,4	+ 6,7	6,7
Novembre.	+ 7,5	+ 2,8	4,7
Décembre.	+ 4,8	+ 1,8	5,0

TABLEAU *des variations extrêmes du thermomètre en* 1820.

NOMS DES MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier.	+ 13°,4	— 14°,3	27°,7
Février.	+ 14,2	— 6,2	20,4
Mars.	+ 20,8	— 5,5	26,3
Avril.	+ 21,8	+ 2,2	19,6
Mai.	+ 24,3	+ 3,5	20,8
Juin.	+ 31,0	+ 5,2	25,8
Juillet.	+ 32,2	+ 10,7	21,5
Août.	+ 28,1	+ 8,2	19,9
Septembre.	+ 24,1	+ 5,0	19,1
Octobre.	+ 19,5	+ 3,1	16,4
Novembre.	+ 14,9	— 2,6	17,5
Décembre.	+ 11,4	— 13,0	24,4

TABLEAU *de la marche moyenne du baromètre en* 1820.

(Toutes les hauteurs sont réduites à zéro de température.)

Mois.	9 heur. du matin.	Midi.	3 heur. du soir.	9 heur. du soir
	mm	mm	mm	mm
Janvier.	757,00	756,88	756,59	756,61
Février.	758,02	757,71	757,09	757,27
Mars.	755,49	755,14	754,80	755,45
Avril.	756,37	755,88	755,09	755,64
Mai.	755,43	755,08	754,43	754,48
Juin.	757,19	757,07	756,78	757,26
Juillet.	756,18	756,03	755,75	756,12
Août.	756,01	755,71	755,40	755,61
Septem.	758,57	758,19	757,77	758,33
Octobr.	750,89	750,38	749,59	750,14
Novem.	754,35	754,31	754,06	754,70
Décem.	757,71	757,52	757,05	757,43
Moyen.	756,10	755,85	755,37	755,75

TABLEAU *des oscillations extrêmes du baromètre dans chaque mois de* 1819.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
	mm	mm	mm
Janvier.	772,61	734,54	38,07
Février.	766,40	742,04	24,36
Mars.	765,69	726,32	39,37
Avril.	766,43	739,40	27,03
Mai.	766,66	744,26	22,40
Juin.	766,61	750,37	16,24
Juillet.	762,97	745,27	17,70
Août.	764,20	745,26	18,94
Septembre.	766,54	745,80	20,74
Octobre.	769,44	729,58	39,86
Novembre.	764,06	740,38	23,68
Décembre.	768,88	742,47	26,41

TABLEAU *de la quantité de pluie qui est tombée à l'Observatoire royal, en* 1820, *sur la plate-forme et dans la cour.*

(Le récipient de la plate-forme est plus élevé que celui de la cour de 27 mètres ou 86 pieds.)

NOMS des Mois.	PLUIE sur la plate-forme, en centimètres.	PLUIE dans la cour; en centimètres.	NOMBRE de jours de pluie.
	c.	c.	
Janvier.	2,875	4,190	11
Février.	2,553	2,958	7
Mars.	1,673	1,983	7
Avril.	2,303	2,030	6
Mai.	8,651	9,106	16
Juin.	3,093	3,152	14
Juillet.	1,450	1,565	9
Août.	4,673	5,008	10
Septembre.	3,645	3,830	5
Octobre.	4,974	6,020	14
Novembre.	0,580	0,940	5
Décembre.	1,658	1,760	9
Sommes.	38,128	42,542	113

ETAT *des crues de la Seine, en* 1820, *observées au pont de la Tournelle.*

	MAXIMUM de hauteur.	MINIMUM de hauteur.
Janvier,	5m,59, le 20.	3m,21, le 31.
Février,	3,08, le 1.	1,48, le 22.
Mars,	1,72, le 1.	1,29, le 24.
Avril,	1,42, le 1.	0,88, le 30.
Mai,	1,00, le 2.	0,60, le 31.
Juin,	0,99, le 24.	0,57, le 13.
Juillet,	0,69, le 2.	0,25, le 31.
Août,	0,73, le 27.	0,05, le 22.
Septembre,	0,52, le 7.	0,21, le 25.
Octobre,	2,09, le 31.	0,16, le 16.
Novembre,	2,05, le 8.	1,15, le 21.
Décembre,	1,82, le 20.	0,98, le 8.

L'eau moyenne a été, en 1820, de 1m et 15 centimètres.

On voit aussi, par cette table, que les plus hautes eaux ont été observées le 20 janvier, et que les plus basses eaux correspondent au 22 août. Le zéro de l'échelle du pont de la Tournelle est placé au point des plus basses eaux de 1719 : il est 0m,37 au-dessus du sol de la rivière.

ETAT *des vents, à Paris, en* 1820.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud.-E	Sud.	Sud O.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	8	5	1	1	6	7	0	3
Févr.	5	3	1	5	9	3	2	1
Mars.	7	6	0	2	3	7	3	3
Avril	4	5	3	0	4	4	4	6
Mai.	3	1	1	3	5	11	5	2
Juin.	1	4	3	1	1	4	16	0
Juill.	2	1	4	1	2	5	13	3
Août	6	0	0	0	2	10	10	3
Sept.	2	6	5	1	0	4	12	0
Oct.	6	2	3	0	6	7	6	1
Nov.	2	4	5	9	4	3	2	1
Déc.	0	8	4	1	7	4	7	0
Som.	46	45	30	24	49	69	80	23

Etat du ciel.

Il y a eu, cette année (1820), à Paris :
113 jours de pluie ;
6 jours de neige ;
11 jours de grêle ou grésil ;
69 jours de gelée ;
12 jours de tonnerre ;
Et 135 jours où le ciel a été totalement couvert.

LISTE *des plantes de pleine terre qui ont péri par la gelée de 9 degrés Réaumur, du 12 janvier* 1820, *à Montpellier.*

(Cette liste a été communiquée par M. Delille, directeur du Jardin botanique de Montpellier).

Phœnix dactylifera, le dattier âgé de vingt-quatre ans, et qui commençait à s'élever et à former le tronc par sa base, dans le jardin de M. Clément.

Chamærops humilis.

Plusieurs *cactus* et *aloès* de dix à douze ans.

Agave americana.

Les thymelées et myrthées de la Nouvelle-Hollande, savoir : *gnidia-simplex ; melalenca thymifolia ; eucalyptus obliqua.*

Le *phormium tenax*, ou lin de la Nouvelle-Hollande.

Budleia globosa, arbuste du Chili, âgé de quinze à vingt ans.

Verbena tryphilla, ou verveine à odeur de citron, arbrisseau du Chili.

Rhus viminale, du cap de Bonne-Espérance.

Melianthus comosus, du Cap, arbrisseau de six ans.

Autres effets de la gelée en 1820.

M. D'Hombres-Firmas, qui fait annuellement, à Alais, d'excellentes observations météorologiques, a décrit aussi, de son côté, les effets des fortes gelées du mois de janvier 1820.

Les bois de chêne vert, dit ce savant observateur, semblaient brûlés ; nous avions cru que tous les figuiers seraient morts : néanmoins plus de la moitié ont repoussé des principales branches, quelques-uns du pied. Beaucoup de lauriers ; tous les myrtes de nos jardins et plusieurs autres arbustes ont péri.

Le 10 janvier, les troncs d'un grand nombre de mûriers éclatèrent tout du long avec bruit. Nous remarquâmes que les fentes qui avaient de quatre à dix millimètres de largeur, étaient toutes tournées vers le midi,

sans doute parce que le bois est plus lâche, et que la sève, plus abondante de ce côté que du côté du nord, rompit, en se gelant, les vaisseaux et les fibres végétales.

Comme les arbres les plus jeunes avaient probablement plus d'élasticité dans leur texture, et les vieux plus de force, ce furent particulièrement les arbres de dix à trente ans qui éprouvèrent cet accident. Les fentes restèrent ouvertes jusqu'au dégel, et se refermèrent parfaitement; l'écorce s'est scellée et les arbres n'en vivent pas moins.

Le plus grand mal qu'ait occasioné le froid de janvier est la perte de nos oliviers. Il paraît néanmoins que la majeure partie des vieux arbres repoussera; plus de la moitié des jeunes et, dans quelques quartiers, tous ceux plantés depuis un ou deux ans sont morts.

Le thermomètre est descendu à Alais jusqu'à — 12°,3 centigrades; depuis dix-huit ans on n'avait jamais vu cet instrument au-dessous de — 7°,5.

Tremblemens de terre.

(Supplément à la liste donnée pour 1819, dans le tome XII, pages 426 et suiv.)

16 juin 1819, vers 8 heures du soir. *Mirzapore, Jionpoor, Sultanpore, Calcutta.* A *Chunar*, la secousse fut accompagnée, dans l'atmosphère, d'un bruit semblable à celui que font des oiseaux qui s'envolent rapidement.

Milieu de novembre 1819. *Montréal* (Canada). Léger tremblement de terre suivi d'une épouvantable tempête pendant laquelle il tomba une pluie aussi noire que de l'encre.

4 décembre 1819, à 7 heures et demie du soir. *Amulrée* (Ecosse). Forte secousse; durée, 2 ou 3 secondes; bruit semblable à celui d'une charrette qui se meut sur le pavé.

20 décembre 1819, à 7 heures 55′ du matin. *Mittenwald* (Bavière). Secousses dirigées du sud au nord; durée, 7 ou 8 secondes.

Tremblemens de terre en 1820.

29 janvier, à 3 heures après midi. *Martinique*. Deux secousses de peu de durée.

21 février. . . . . *Sainte-Maure* (îles Ioniennes). Le sol de cette île a été dans des oscillations continuelles depuis le 15 février 1820 jusqu'à la fin d'avril. Néanmoins le tremblement de terre du 21 février a été le plus fort; dès le matin on entendit un bruit sourd qui fut suivi d'un violent orage : à ces deux phénomènes succéda une secousse de tremblement de terre si violente qu'une partie de la forteresse, les églises et presque toutes les maisons en pierre s'écroulèrent. La place située au milieu de la ville s'affaissa sensiblement. On annonce qu'une île nouvelle est sortie de la mer, dans le voisinage de Sainte-Maure.

février, à 8 heures et demie du matin. *Glasgow* (Ecosse). Dégel subit, suivi de trois secousses de tremblement de terre dirigées du nord au sud. Une agitation particulière fut remarquée au même moment dans les eaux du port. Plusieurs cloches de la ville sonnèrent d'elles-mêmes, et par le seul effet des secousses.

. mars. . . . . *Ile de Chio.* La secousse s'est manifestée au milieu d'une grande tempête, et a occasioné beaucoup de dommages.

avril, entre 2 et 3 heures du matin. *Cork et villes circonvoisines* (Irlande). Secousses accompagnées d'un bruit semblable à celui que fait une lourde voiture roulant sur le pavé.

avril, à 9 heures et demie du soir. *Brest.* Commotion assez sensible, accompagnée d'une détonnation sourde et peu prolongée. Le mouvement paraît s'être fait de l'est à l'ouest.

juin, à 11 heures et demie. A *Goonong-Api*, près de *Banda*. (*Voyez*, plus bas, les détails de l'éruption du volcan de la même île.)

juillet, à 3 heures 25′ du matin. *Tifflis* (Géorgie). Deux secousses accompagnées d'une détonnation très-violente.

août, vers 2 heures après midi. *Curaçao.* Forte secousse. Elle ne s'est pas fait sentir dans l'archipel des Antilles.

27 septembre, à 9 heures du soir. *Barmouth* (comté de Mérionet). Secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui du canon.

19 octobre. . . . . *Honduras, Omba* et *Saint-Pardo* (Amérique). A Saint-Pardo, l'église et plusieurs maisons ont été renversées. La terre s'est entr'ouverte en divers endroits; quelques colines ont été renversées dans la rivière; beaucoup de personnes ont péri.

13 novembre, dans la nuit. *Marseille.* Quelques personnes croient avoir ressenti une faible secousse de tremblement de terre.

17 novembre, à 8 heures un quart du soir. *L'île d'Antigue.* Secousse d'assez longue durée.

18 novembre, à 7 h. 40′. *Ile d'Antigoa.* Nouvelle secousse.

Milieu de décembre. *Haute-Bavière* et *Tyrol septentrional.* Assez forte secousse.

Aurores boréales.

Le 17 octobre 1819, vers 8 heures du soir, on a observé à *Newton-Stewart* (Angleterre), un phénomène lumineux qui, d'après la description, était évidemment une aurore boréale.

(Je trouve, dans les observations publiées par le colonel Beaufoy, que, le même jour, la boussole de variation, en Angleterre, était fort éloignée de sa position habituelle).

Le 14 janvier 1820, M. Howard, à Stratford (Angleterre), a observé, entre 11 heures et minuit, une aurore boréale brillante : elle était entre le nord-ouest et le nord.

Le ... novembre 1820, de 5 h. à 9 h. du soir, on a observé à Pétersbourg une belle aurore boréale.

Ce phénomène n'a pas été vu à Paris, et je n'en connais pas exactement la date ; mais l'aiguille de la boussole de notre Observatoire ayant été considérablement éloignée de sa position ordinaire durant toute la journée du 14 novembre, je serais assez disposé à admettre que c'est précisément ce jour-là que l'apparition de l'aurore boréale a eu lieu à Pétersbourg.

Pluies des Tropiques.

(Extrait d'une Lettre de M. *Roussin*, capitaine de vaisseau, datée de Cayenne le 28 février 1820).

« Peut-être n'apprendrez-vous pas sans intérêt le fait météorologique suivant, dont je puis certifier l'authenticité : Du 1er au 24 février de cette année, il est tombé sur l'île de Cayenne 12 pieds 7 pouces d'eau. Cette observation a été faite, à la campagne, par la personne la plus digne de foi ; et moi-même je me suis assuré, en exposant un vase au milieu de ma cour, qu'il est tombé en ville 10 pouces $\frac{7}{4}$ d'eau, depuis huit heures du soir à 6 heures du matin, dans la nuit du 14 au 15 du même mois. De ces énormes pluies, qui ont concouru avec une

grande marée, il est résulté une inondation dont beaucoup de plantations ont souffert : les anciens créoles assurent que de mémoire d'homme ils n'avaient rien vu de semblable. »

Tempête à Wardoehuus.

Le fort de *Wardoehuus*, le plus septentrional de l'Europe, est situé sur l'île de *Wardoe*, par 70° 22′ de latitude boréale ; il fait partie du bailliage norwégien de Finmark.

Ce fort et les îles voisines ont été battus, au commencement de 1820, par des tempêtes d'une violence extraordinaire et qui ébranlaient les masses de rocher les plus solides. Pour que les lecteurs puissent se former une idée exacte de la fureur des flots dans ces régions hyperboréennes, nous dirons que, le 21 *janvier* 1820, *Warberg, qui s'élève à quatre cents pieds au-dessus du niveau de la mer, était complètement inondé par les vagues*, de sorte que l'eau se précipitait en torrens le long du flanc occidental de cette montagne.

Pluies singulières au Canada et au Brésil.

Le 9 novembre 1819, la ville de Montréal, au Canada, se trouva tout-à-coup enveloppée dans la plus profonde obscurité, et il tomba en abondance une pluie noire comme de l'encre. M. Martyn-Paine a envoyé une bouteille de cette eau de pluie au Lycée de New-York ; l'analyse chimique a montré que la seule substance étrangère qu'elle contient est de la suie ou du charbon. On

s'est généralement accordé, dans le pays, à supposer que ces matières proviennent du foyer des vastes incendies qui s'étaient déclarés, pendant la sécheresse, dans les forêts situées au sud de l'Ohio, et qu'elles ont été transportées par le vent jusque dans le Bas-Canada.

Durant la nuit du 16 novembre 1819, il tomba à *Broughton* (Amérique du Nord), une grande quantité de poudre noire qui se répandit sur la neige dont la terre était couverte.

Extrait *d'une Lettre de M.* Lainé, *consul de France à Fernambouc, datée du* 1^er^ *novembre* 1820.

« Il est tombé ici, dans le commencement d'octobre, » une pluie d'une espèce de soie dont beaucoup de per- » sonnes ont ramassé des échantillons. Cette pluie s'est » étendue à 30 lieues dans les terres, et à-peu-près autant » dans les mers. Un bâtiment français arrivé ici en a » été couvert. Ce phénomène, dont on n'avait pas encore » eu d'exemple, excite une grande curiosité dans ce » pays. »

(La vue des échantillons envoyés par M. Lainé m'a fait naître l'idée que la substance recueillie à Fernambouc pourrait avoir quelque analogie avec ces filamens soyeux qui, dans les environs de Paris et à certaines époques de l'année, sont transportés par les vents dans toutes sortes de directions. L'analyse chimique éclaircira ce doute.)

EXTRAIT *d'une Lettre écrite à M.* Biot, *du Fort-Royal de la Martinique, en date du* 18 *juillet* 1820, *sur des flammes dont la mer a été couverte dans le mois de juillet dernier.*

(La lettre est de M. *Rivière* fils.)

« Dès les nuits des 10, 11 et 14 juillet 1820, toute la surface de la mer a paru lumineuse. A l'est, se trouve une chaîne de récifs située à 4 ou 500 mètres de l'île. C'est là surtout que se firent remarquer des flammes. Les 10 et 11, elles étaient élevées et jetaient une lumière assez vive. Mais comme la couleur en était livide et blanchâtre, je l'attribuai à des dégagemens phosphoriques produits par le choc des vagues sur les récifs. Je crus que ce n'était que des clartés semblables, mais plus vives que celles qu'on voit dans le sillage des vaisseaux, et que la surface de la mer ne paraissait lumineuse que par la réflexion des rayons émanés des flammes des récifs. Mais la mer était peu agitée, comme à l'ordinaire; et quand je sus que les plus anciens habitans n'avaient jamais vu un tel spectacle, que la mer avait aussi paru lumineuse de l'autre côté de l'île, à l'ouest, où elle est toujours calme, et où il n'y a ni brisans ni courans, je doutai que l'explication ci-dessus fût bonne, et le phénomène de la nuit du 14 prouva qu'elle ne l'était pas.

» Cette fois, la mer, même au-delà des brisans, parut beaucoup plus lumineuse. Les flammes qui sortaient des récifs ressemblaient à de grandes gerbes de feu d'artifice. Elles répandaient tant de clarté, surtout après que la

une fût sous l'horizon, qu'on pouvait lire à un demi-mille du rivage. Ce spectacle nouveau et inoui dura presque toute la nuit, mais avec une intensité qui diminuait insensiblement. Il occasiona une espèce d'effroi, surtout chez les esclaves.

» Ce qui prouve que ce n'était pas les flammes des récifs qui rendaient la mer lumineuse, c'est qu'elle était telle de l'autre côté de l'île, où il n'y a pas de récifs; en outre, en s'avançant dans la mer, sur les petites pointes, on la voyait lumineuse dans les petites anses, entre la terre et soi; là, toute réflexion de lumière était impossible : l'eau remuée avec une pagaie devenait plus lumineuse.

» Brisson et Valmont de Bomare disent bien que la mer jette quelquefois une certaine clarté qu'ils attribuent à des animalcules, à des polypes, au frai. Mais ici, avec la plus grande attention, on n'a pu distinguer aucun point de clarté isolé, comme en font voir les corps phosphoriques. Le 14, la clarté de la mer était continue : c'était comme une vapeur enflammée semblable au phosphore qui brûle.

» Je ne sais si l'électricité ne serait pas la cause du phénomène que nous avons vu. La décharge électrique, en déterminant la combinaison des corps facilement combustibles avec l'oxigène de l'air, les enflamme. Rien n'a annoncé des décharges capables d'enflammer les corps phosphoriques qui pouvaient être dans la mer. Mais un tel effet ne peut-il pas avoir lieu insensiblement et d'une manière continue? La température depuis quelque temps est très-élevée, et quoique nous soyons dans la saison des pluies, ce quartier de l'île éprouve une sé-

cheresse extrême. Il y a apparence que, le 14, l'atmosphère contenait beaucoup plus d'électricité qu'elle n'en a d'ordinaire dans des climats humides et brûlans. Pendant le phénomène, l'air était chargé de nuages noirs et épais. »

Eruption du volcan de Goonoug-Api.

M. Baumhauer, résident des Pays-Bas à Banda, a transmis des détails sur l'éruption volcanique de Goonoug-Api, arrivée le 11 juin 1820. Ce phénomène s'annonça, à onze heures et demie du matin, d'une manière effrayante. A deux heures, une masse de pierres brûlantes s'échappa du volcan avec une force extraordinaire, et mit en feu, dans sa chute, tout ce qu'elle put atteindre. Les secousses occasionées par l'éruption étaient si vives et se succédaient si rapidement, que les maisons, et même les vaisseaux qui se trouvaient à la côte, en ressentaient les effets. La fumée et les cendres que vomissait le cratère eurent bientôt obscurci tous les environs de la montagne, et même les lieux plus éloignés. Les coups redoublèrent vers le soir, et les pierres furent lancées à une hauteur double de celle de la montagne, qui paraissait couverte de torrens de feu. Ce spectacle devint plus effroyable encore par un tremblement de terre qui arriva dans la soirée, et par un ouragan violent, de sorte que toute la population de Banda et des autres îles passa la nuit dans les plus vives angoisses, et qu'à la pointe du jour, tous les bâtimens qui étaient en rade s'éloignèrent de la côte.

L'éruption continua pendant toute la journée du 12. La fumée et les cendres couvrirent Neira et Louthoir,

jusqu'au milieu du parc de Bogauw. Les arbres furent comme ensevelis dans le sable, et les puits que l'on ne put fermer furent mis hors d'état de pouvoir encore servir; la verdure était par-tout grillée, et la terre couverte de cendres grises, qui étouffèrent dans leur chute plusieurs oiseaux et quadrupèdes. Il s'était formé, au nord-ouest de la montagne, une nouvelle ouverture par laquelle s'échappaient des pierres de la grandeur des habitations de Banda; néanmoins l'éruption principale s'est faite par l'ancienne ouverture. D'après Valentin, la montagne a brûlé pendant cinq années, lors de l'éruption de 1690, et un vieillard digne de foi assure que la même chose a eu lieu de 1765 à 1775.

Courans de l'Océan Atlantique.

Le 20 juin 1819, le capitaine du vaisseau anglais le *Newcastle*, se trouvant par 39°.12′ de latitude nord et 63°.52′ de longitude ouest de Greenwich, sur la côte est des Etats-Unis et dans le courant connu sous les noms de *courant des Florides*, *courant du golfe* (*Gulph stream*), jeta une bouteille à la mer. Cette bouteille a été trouvée, le 26 mai 1820, sur la plage de l'île Saint-George, l'une des Açores, par le capitaine de la goëlette la *Marie*.

Une seconde bouteille jetée à la mer, le même jour 20 juin 1819, par 38°.52′ de latitude et 64° de longitude, a été retrouvée, le 4 juin 1820, sur la côte du Rutland, en Angleterre.

Aérolithes.

Une pierre météorique est tombée près de Kostritz, en Russie, le 13 octobre 1819. Cette pierre, analysée par M. Stromeyer, a paru composée ainsi qu'il suit :

Silice,	38,0574;
Magnésie,	29,9306;
Alumine,	3,4688;
Protoxide de fer,	4,8959;
Oxide de manganèse,	1,1467;
Oxide de chrome,	0,1298;
Fer,	17,4896;
Nickel,	1,3617;
Soufre,	2,6957.
	99,1762.

(*Thoms. Ann.* Octob. 1820, p. 309.)

Un aérolithe est tombé à Duna, gouvernement de Witebsk, en Russie, le 12 juillet 1820, à 6 heures du soir. Il pesait 40 livres, et s'est enfoncé d'un pied et demi en terre.

M. Grotthus a trouvé, dans sa collection minéralogique, une substance qui, d'après l'étiquette, doit être tombée de l'atmosphère. Cette substance est en feuilles noires et ressemble assez à du papier brûlé, si ce n'est cependant que les feuilles, qui adhèrent les unes aux autres, sont dures et cassantes. L'analyse chimique y a fait découvrir de la silice, de la magnésie, du fer, un peu

de nickel et quelques traces de chrome, c'est-à-dire, exactement les mêmes ingrédiens que dans les pierres météoriques.

Quelques anciens auteurs rapportent qu'il tomba, en Courlande, le 31 janvier 1686, près de Randen, une substance semblable à du papier noir : telle est probablement l'origine de celle que M. Grotthus a analysée.

Découvertes *géographiques.*

Voyage du capitaine Parry *dans les régions polaires.*

L'expédition quitta la Tamise dans le mois de mai 1819; elle doubla le cap Farewel, pointe méridionale du Groënland, le 14 juin, et se dirigea vers la passe de Lancaster, dans la baie de Baffin, où elle arriva le 1^er^ août; là, elle découvrit que les prétendues montagnes (les montagnes de Croker) qui, suivant le capitaine Ross, terminaient cette passe, n'existaient pas; elle navigua, est-ouest, dans une étendue d'environ 150 milles, le long d'un canal qui fut appelé *détroit de Barrow*; les rives opposées de ce détroit sont presque exactement parallèles et distantes d'environ 40 ou 50 milles. A la sortie du détroit, l'expédition se trouva dans la mer Polaire. Une barrière de glaces ne lui ayant pas permis de continuer sa marche directement vers l'ouest, elle se dirigea au sud, et découvrit une passe qui conduit probablement à la baie d'Hudson : mais ce point n'a pas été entièrement éclairci. Dans l'intervalle, les glaces

qui l'avaient d'abord arrêté s'étant rompues, le capitaine Parry dirigea de nouveau sa course à l'ouest, et après avoir aperçu un bon nombre d'îles plus ou moins considérables, atteignit, le 6 septembre, par 110° de longitude ouest de Greenwich, le méridien de la *rivière de la Mine de cuivre* de Hearne; là, il découvrit une île fort grande, l'*île Melville*, qui s'étend en longitude de 106 à 115°, et en latitude de 74°.30′ à 76°. C'est dans une baie de l'île Melville que les deux bâtimens, l'*Hécla* et le *Griper*, jetèrent l'ancre le 26 novembre 1819, par 111° de longitude et 74°.45′ de latitude, à 200 brasses de la côte, et qu'ils furent ensuite emprisonnés par les glaces durant 310 jours. Dans le mois d'août 1820, après la rupture des glaces, le capitaine Parry s'avança de nouveau à l'ouest; mais ayant rencontré des obstacles insurmontables par 114° de longitude, il prit le parti de revenir sur ses pas, de rentrer dans la baie de Baffin par le détroit de Barrow et la passe de Lancaster, et de retourner en Angleterre.

On annonce que la relation de cet important voyage sera publiée au printemps prochain. Nous réunirons ici, en attendant, quelques remarques détachées qui ont été insérées dans divers journaux anglais.

Le thermomètre, pendant toute la durée de l'hivernage de l'expédition, n'est jamais monté au-dessus de —7°,8 centigrades. En février 1820, il est descendu jusqu'à —48°,3 centigrades.

Toutes ces températures ont été déterminées avec des thermomètres à alcool; le mercure était presque constamment gelé.

Un soldat de marine ayant porté son fusil à la chasse

sans se servir de gants, perdit quatre de ses doigts. Le même malheur arriva à un domestique du capitaine Sabine, qui s'était aussi exposé imprudemment à l'action de l'atmosphère avec les mains nues.

Le soleil disparut sous l'horizon le 11 novembre 1819, et ne se montra de nouveau que le 3 février suivant. Toutefois, à l'époque même de la plus grande déclinaison australe de cet astre, la lumière crépusculaire était assez sensible à midi pour qu'on pût lire de très-petits caractères.

Les *aurores boréales* se montrèrent assez souvent, mais sans avoir dans leur intensité rien de bien remarquable; leur apparition eut lieu presque toujours vers le sud, et à-peu-près avec la même fréquence à toutes les heures de la journée.

Lorsque les bâtimens eurent dépassé le 100^{me} degré de longitude occidentale, la fleur de lis de la boussole se tourna vers le sud : ce qui prouve qu'on était alors au nord du pole magnétique boréal du globe.

Les seuls animaux qui restèrent dans ces îles durant l'hiver sont les ours et les renards.

L'intensité du froid permit aux officiers de l'expédition de faire en grand quelques expériences sur les propriétés dont jouit le mercure lorsqu'il est gelé : la tenacité, la ductilité et la malléabilité de ce métal lui assigneraient, à ces basses températures, un rang intermédiaire entre l'étain et le plomb. Ils ont remarqué que le mercure devient de plus en plus cassant à mesure qu'il approche de son point de fusion.

Découverte *d'une terre située au sud du cap Horn, et qui a été appelée* Nouvelle-Shetland du Sud.

Cette terre avait été entrevue pour la première fois, par M. *William Smith*, le 19 février 1819, dans son voyage de *Buenos-Ayres* à *Valparaiso*, à bord du petit brik marchand le *William de Blythe*. Mais ce ne fut qu'en octobre 1819, et pendant qu'il retournait de Monte-Video au Chili, que le même capitaine Smith examina avec quelque détail plusieurs points de la terre nouvelle, et qu'il en prit possession au nom du roi d'Angleterre. Durant cette reconnaissance, la côte fut parcourue dans une étendue d'environ 250 milles ou 50 lieues; on y rencontra un nombre prodigieux de baleines, de phoques et d'oiseaux de terre et de mer. Avec une lunette on aperçut dans l'intérieur des arbres de moyenne grandeur, et qui avaient beaucoup de ressemblance avec les pins de Norwège. Une expédition commandée par le capitaine *Basil Hall* vient d'être chargée d'explorer ces nouvelles côtes et d'en dresser des cartes. On est assez généralement disposé à croire que la *Nouvelle-Shetland* et la *terre de Sandwich* font partie d'un seul et même continent austral.

Depuis les voyages du capitaine Cook, les géographes ont effacé de leurs cartes d'Amérique une certaine étendue de côtes qui figuraient dans celles de Mercator (1569), de Ortelius (1586), etc., et dans les cartes que Dalrymple publia en 1770. Ces côtes ont, quant à la configuration, la plus grande ressemblance avec celle que le capitaine Smith vient de parcourir. Si le capitaine

Hall découvre dans la Nouvelle-Shetland un golfe semblable à celui qui, dans la carte de Dalrymple, porte le nom de *San Sebastiano* et au fond duquel on trouve l'*île Cresalina*, il sera démontré que ces terres avaient déjà été vues par les anciens navigateurs espagnols ou portugais : seulement il faudra admettre qu'ils s'étaient trompés de plusieurs degrés dans leurs déterminations, tant en latitude qu'en longitude.

Le point le plus boréal de la Nouvelle-Shetland qu'ait reconnu le capitaine Smith, est par 62°. 6′ de latitude sud et 57° $\frac{1}{3}$ de longitude ouest de Greenwich; à partir de là, la côte court à l'ouest sud-ouest, en formant plusieurs golfes dans lesquels il n'a pas pénétré. Le dernier cap déterminé par ce navigateur se trouve par 62°. 53′ de latitude et 63°. 40′ de longitude.

Une île nouvelle a été découverte le 1^er^ mars 1819, par le capitaine anglais *Henri King*; elle est située dans la mer du Sud, sous 24°. 26′ de latitude sud, et 127°. 50′ de longitude ouest comptée de Greenwich. Le point auquel se rapportent ces déterminations est au sud-ouest de l'île, qui, d'après l'estime, doit avoir environ six lieues de circonférence. Elle est bien boisée; on y a vu des perroquets et des pigeons, et par-ci par-là quelques rats. Le capitaine King l'a nommée *l'île Elisabeth*.

Le capitaine américain Peyster a découvert, en mai 1819, dans sa traversée de Valparaiso à Calcutta, deux groupes d'îles qui ne sont pas marqués sur les cartes. Le premier, auquel il a donné le nom d'*Ellice-Groupe*,

est situé par 180°. 54′ de longitude ouest de Greenwich et 8°. 29′ de latitude sud ; l'autre, qui a reçu le nom d'*îles de Peyster,* est par 181°. 43′ de longitude et 8°. 5′ de latitude sud. Ces îles sont habitées.

M. le capitaine Freycinet a découvert, en septembre 1819, pendant son voyage autour du monde, une île nouvelle qu'il a nommée *l'île Rose :* elle est située à l'est de *Tonga.* On a aperçu, dans le voisinage, des bancs de sable assez étendus et des récifs dangereux. L'île ne paraît pas habitée.

(Nous nous empresserons de communiquer aux lecteurs des *Annales* le rapport qui doit être fait, dans peu, à l'Académie des Sciences, sur les acquisitions nombreuses que l'expédition de M. de Freycinet aura procurées à l'astronomie, à la physique, à la météorologie, à l'art nautique, à l'histoire naturelle et à celle des peuples.)

M. Gauttier, capitaine de vaisseau, a complété, cette année, la reconnaissance hydrographique de toutes les côtes de la mer Noire. Ses résultats seront insérés dans la seconde feuille de la carte de la Méditerranée, dont s'occupe en ce moment le dépôt de la marine. L'examen attentif que nous avons fait de la feuille déjà publiée nous a convaincu que l'ensemble des opérations exécutées depuis 1816 par M. Gauttier et les autres officiers embarqués sur la *Chevrette*, formera un des plus honorables monumens que la France puisse présenter aux nations étrangères.

M. Roussin, capitaine de vaisseau, est revenu à Brest, après avoir exécuté, dans une campagne de plus de dix-huit mois, la reconnaissance hydrographique d'une grande partie du Brésil. Plus de 900 lieues de côtes ont été parcourues et prolongées à des distances comprises entre 3 lieues et 200 toises ; les principaux ports ont été visités, sondés et relevés ; la presque totalité des mouillages, les embouchures des rivières, les roches, les bancs ont été explorés, contournés, sondés, en même temps que leurs situations étaient déterminées rigoureusement par un grand nombre d'observations astronomiques. Le Dépôt de la marine espère faire jouir le public, dans un court délai, des résultats de cet important travail.

Particularités *relatives à un navire qui avait été choqué en pleine mer par un poisson, et dans le bordage duquel on a trouvé depuis un os qui le traversait d'outre en outre.*

Par M. Wm Scoresby le jeune.

(Tiré de l'*Edimburgh philosophical Journal*, tome III, page 411.)

Un navire (le Kitty, capitaine Hodson), qui arriva à Liverpool, il y a environ un an, d'un voyage à la côte d'Afrique, ayant été placé dans le bassin pour quelques réparations, on découvrit avec étonnement qu'il était traversé vers la proue (*trough the bow*) par un corps dur de la consistance d'un os. Ce corps, qui, suivant toute probabilité, est un fragment de l'épée d'un *Xiphias* ou *Sword-fish* (*espadon*), avait traversé le bâtiment dans

un point où l'épaisseur de la membrure et des planches formées de bon chêne, était de 12 pouc. La partie où l'épée s'était rompue se voyait à l'extérieur ; quant à l'autre extrémité, on l'apercevait au-dessous du pont : un charpentier l'ayant prise pour une cheville, la frappa de son maillet et brisa la pointe. Le fragment qu'il avait ramassé lui paraissant curieux, il en parla à M. M. J. et R. Fisher, constructeurs et propriétaires du bâtiment, qui firent extraire le restant de cet os avec précaution. Le point où il avait pénétré était distant de la proue, horizontalement, de 4 pieds et à 2 pieds au-dessous de la ligne de flottaison. Il paraît, d'après cela, que le navire, se mouvant avec une grande vitesse, avait choqué un *espadon* qui marchait en sens contraire, et que l'épée, après avoir pénétré dans le bois, s'était rompue. Quoique le choc ait dû être très-fort, personne, dans l'équipage, ne le remarqua. Il est probable que le navire aurait sombré si l'os n'était pas resté dans l'ouverture qu'il avait faite.

L'épée avait percé une des feuilles de cuivre dont le bâtiment était doublé ; une planche de chêne de 2 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, un madrier de 7 pouces $\frac{1}{2}$, et enfin une autre planche également de chêne et épaisse de 2 pouces. Sa longueur est de 15 pouces $\frac{1}{2}$; son plus gros diamètre de 2 pouces $\frac{1}{2}$; le poids est d'*une livre et deux onces* ; la pointe est presque cylindrique, et la base très-aplatie ; dans le milieu de la longueur, le plus grand et le plus petit diamètre ont respectivement 1 pouce $\frac{7}{10}$ et 1 pouce $\frac{1}{10}$; à la base, vers l'extrémité où s'était opéré la rupture, ces mêmes diamètres étaient 2 pouces et 1 pouce $\frac{3}{6}$. La surface n'est pas lisse ; la couleur est verdâtre, la fracture très-irrégulière. Les rugosités consistent dans de petits tubercules attachés à une substance épaisse comme un shilling, et ayant l'aspect d'une incrustation. Dans l'intérieur de l'os, on remarque quatre canaux anguleux qui le traversent longitudinalement, et s'étendent presque jusqu'à sa pointe. Les plus grands diamètres de ces canaux varient entre $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{3}$ de pouce.

De 35 à 40 ans.....	296	*Idem*...	453	749
De 40 à 45 ans.....	300	*Idem*...	477	777
De 45 à 50 ans.....	369	*Idem*...	482	851
De 50 à 55 ans.....	460	*Idem*...	496	956
De 55 à 60 ans.....	473	*Idem*...	467	940
De 60 à 65 ans.....	582	*Idem*...	576	1,158
De 65 à 70 ans.....	646	*Idem*...	702	1,348
De 70 à 75 ans.....	529	*Idem*...	594	1,123
De 75 à 80 ans.....	372	*Idem*...	558	930
De 80 à 85 ans.....	201	*Idem*...	331	532
De 85 à 90 ans.....	94	*Idem*...	158	252
De 90 à 95 ans.....	20	*Idem*...	24	44
De 95 à 100 ans....	5	*Idem*...	8	13
Au-dessus de 100 ans.	»	*Idem*...	1	1
Morgue.....	186	*Idem*...	40	226
Total.....	11,051	Total...	11,620	22,671

Consommation de l'année 1819 *dans la ville de Paris.*

Boisson	Vins	hectolitres.	805,499
	Eaux-de-vie	*id.*	43 849
	Cidre et Poiré	*id.*	15,919
	Bière	*id.*	71,896
	Vinaigre	*id.*	20,756
Comestibles (1).	Bœufs	têtes.	70,819
	Vaches	*id.*	3,561
	Vaches laitières	*id.*	2,918
	Veaux	*id.*	67,719
	Moutons	*id.*	329,070
	Porcs et Sangliers	*id.*	64,822
	Viande à la main	kilogr.	944,223
	Abats et Issues	*id.*	291,727
	Fromages secs	*id.*	1,267,564
	Marée (montant de la vente sur les marchés, en francs)	francs.	8,165,520
	Huîtres	*id.*	821,618
	Poissons d'eau douce	*id.*	502,780
	Volailles et Gibiers	*id.*	7,161,402
	Beurre	*id.*	7,105,533
	Œufs	*id.*	3,676,502
Fourr. et grains.	Foin	bottes.	7,822,640
	Paille	*id.*	11,054,371
	Avoine	hectolitres.	923,022

(1) Les grains et farines vendus à la Halle ne figurent pas dans ce tableau, attendu que ces ventes ne donneraient pas la consommation réelle de la ville, évaluée à 1500 sacs par jour, en temps ordinaire. — Lorsque le prix du pain est plus élevé hors de Paris que dans son enceinte, les dehors n'y apportent pas et en tirent au contraire : la consommation journalière n'a plus de règle; elle est de 1700 sacs et au-delà.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	761,30	+ 2,9	94	761,14	+ 4,8	91	760,04	+ 5,5	88	759,56	+ 4,5	89	+ 5,5	+ 2,2	Couvert, brouillard.	E. N. E.
2	758,25	+ 4,0	82	758,27	+ 4,5	82	753,02	+ 4,4	84	760,10	+ 3,3	92	+ 4,5	+ 3,1	Couvert, brouillard.	E. N. E.
3	763,60	+ 2,1	98	763,96	+ 6,0	90	763,50	+ 5,0	90	763,32	+ 4,3	95	+ 6,0	+ 2,5	Quelques éclaircies.	E. N. E.
4	762,40	+ 6,5	91	761,10	+ 8,9	82	761,87	+ 8,8	85	762,32	+ 8,0	95	+ 8,9	+ 5,8	Couvert.	O.
5	761,08	+ 7,5	80	760,62	+ 9,8	78	759,23	+ 8,9	81	758,95	+ 8,5	88	+ 9,8	+ 7,1	Très-nuageux.	O. S. O.
6	760,63	+ 8,9	95	760,48	+ 9,6	96	760,48	+ 9,6	95	761,37	+ 8,8	95	+ 9,6	+ 8,8	Pluie fine, brouill.	O.
7	763,22	+ 8,8	95	763,34	+11,1	95	762,91	+11,2	91	764,32	+11,0	92	+11,1	+ 8,9	Brume par intervall.	S. O.
8	766,06	+ 8,2	94	766,30	+ 9,0	89	766,07	+ 9,6	89	766,86	+ 7,1	84	+ 9,6	+ 7,8	Couv., léger brouil.	S. O.
9	767,00	+ 8,9	80	766,72	+ 8,5	70	765,76	+ 8,1	74	765,38	+ 6,4	80	+ 8,5	+ 6,2	Couvert, brouillard.	S. O.
10	764,60	+ 2,2	95	763,45	+ 6,0	87	763,26	+ 3,5	87	761,93	+ 0,2	97	+ 6,3	+ 1,0	Légèr vap., brouill.	S.
11	760,85	+ 8,9	95	760,67	+11,4	86	759,90	+11,4	96	758,70	+ 9,5	97	+11,4	+ 8,0	Couvert, brouillard.	S. O.
12	754,25	+ 6,0	82	754,46	+ 6,9	95	750,98	+ 8,0	94	749,54	+ 7,1	92	+ 8,0	+ 5,2	Pluie par intervalles.	S. O.
13	744,94	+ 0,8	94	743,61	+ 8,0	95	742,47	+ 8,2	94	744,51	+ 8,1	96	+ 8,3	+ 6,3	Pluvieux.	S.
14	750,70	+ 1,0	79	751,90	+ 2,1	65	752,12	+ 2,5	63	754,40	— 0,3	72	+ 2,5	— 0,8	Légers nuages.	N. E.
15	754,67	— 2,8	77	754,12	— 0,4	68	754,00	+ 0,6	62	753,35	— 0,3	74	+ 0,6	— 1,4	Nuageux.	N. E.
16	750,60	+ 0,5	87	750,13	+ 3,1	75	748,83	+ 3,1	76	747,65	+ 2,5	90	+ 3,2	— 0,5	Quelques éclaircies.	S. E.
17	751,33	+ 5,5	96	752,80	+ 7,0	95	752,93	+ 7,0	95	753,34	+ 5,8	96	+ 7,0	+ 5,0	Pluie fine, brouill.	S. S. O.
18	761,08	+ 5,1	96	762,00	+ 8,0	91	762,83	+ 9,4	90	763,10	+ 7,4	95	+ 9,4	+ 5,8	Très-nuageux.	S. E.
19	768,15	+ 6,8	94	768,28	+ 8,4	94	767,70	+ 8,6	92	768,00	+ 7,0	95	+ 8,6	+ 6,2	Couvert, brouillard.	S. E.
20	768,88	+ 7,8	96	768,60	+ 8,6	91	768,00	+ 8,5	84	767,80	+ 7,0	95	+ 8,6	+ 7,0	Couvert, lég. brouil.	O.
21	764,00	+10,2	95	763,16	+11,2	75	762,57	+10,4	64	762,80	+ 8,8	79	+11,3	+ 8,3	Nuageux.	O.
22	761,94	+ 6,6	94	761,43	+ 8,8	84	760,45	+ 8,0	62	759,63	+ 6,4	87	+ 8,8	+ 5,3	Couvert.	O.
23	756,21	+ 5,4	94	755,02	+ 7,8	83	754,12	+ 6,4	85	753,18	+ 5,2	90	+ 7,8	+ 5,0	Très-nuageux.	O.
24	751,00	+ 3,5	82	750,74	+ 2,1	82	750,37	+ 1,8	77	750,12	— 1,3	77	+ 3,4	— 1,8	Couvert, brouillard.	E.
25	749,50	— 5,4	73	749,14	— 3,5	68	748,98	— 2,9	66	749,21	— 4,5	66	— 2,9	— 5,8	Nuageux.	N. E. fort.
26	746,83	— 5,1	70	750,68	— 4,5	68	751,00	— 4,2	65	752,23	— 5,2	80	— 4,2	— 6,1	A demi couvert.	N. E. faible.
27	753,85	— 2,1	85	753,56	— 1,0	85	753,14	— 0,4	83	752,47	— 2,1	86	— 0,4	— 2,6	Couvert, brouillard.	E.
28	751,58	— 3,3	81	750,77	— 2,0	66	750,48	— 1,0	53	751,28	— 3,6	49	— 2,0	— 3,9	Beau, brouillard.	E.
29	751,63	— 8,8	64	754,16	— 6,8	58	751,00	— 5,5	54	751,62	— 6,0	58	— 5,5	— 9,5	Nuageux.	N. E. fort.
30	753,01	— 8,4	72	753,63	— 6,3	60	752,60	— 5,1	55	753,51	— 8,7	65	— 5,1	— 8,9	Beau, brouillard.	N. E.
31	753,88	—11,8	79	753,40	— 9,0	73	751,14	— 8,5	70	753,53	— 9,6	84	— 8,5	—13,0	Très nuag., brouil.	N. E.
1	762,81	+ 6,0	91	762,70	+ 7,8	85	762,10	+ 7,7	86	762,65	+ 6,9	91	+ 8,0	+ 5,2	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	756,46	+ 4,6	90	756,51	+ 6,3	86	755,99	+ 6,7	84	756,43	+ 5,4	91	+ 6,8	+ 3,7	Moyenn. du 11 au 20	Terrasse, 1,653
3	754,22	— 1,9	81	753,81	— 0,3	73	753,44	— 0,1	66	753,60	— 2,1	75	+ 0,2	— 3,1	Moyenn. du 21 au 31.	Cour, 1,760
	757,71	+ 2,7	87	757,52	+ 4,4	81	757,05	+ 4,6	78	757,41	+ 3,2	85	+ 4,8	+ 1,8	Moyennes du mois,	+ 3,3.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Faits pour servir à l'histoire de l'or; par Mr J. Pelletier. Page 5

Considérations sur l'arome; par M. Robiquet. 27

Extrait d'un Mémoire sur l'Influence du système nerveux sur la chaleur animale; par C. Chossat. 37

Découverte d'un nouveau remède contre le goître; par M. le Dr Coindet. 49

Mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences, le 2 octobre 1820, où se trouve compris le résumé de ce qui avait été lu à la même Académie les 18 et 25 septembre 1820, sur l'action des courans voltaïques; par M. Ampère. 59

De l'Application du chromate de plomb sur la soie, la laine, le lin et le coton; par Mr J.-L. Lassaigne. 76

Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 78

Sur quelques phénomènes de physiologie végétale. — Sur la force de la vitalité de quelques plantes grasses; par M. de Candolle. — *Sur une végétation suspendue pendant vingt et un mois. — Particularités relatives à une plante (du genre* ficus australis*) qui a végété, pendant huit mois consécutifs, dans la serre du jardin botanique d'Edimburgh, suspendue en l'air et sans aucune terre; par M.* William Mancab. — *Sur un changement subit d'habitude dans une plante exotique.* De 82 à 90

Réclamation de M. le professeur Playfair *d'Edimburgh, au sujet d'un article inséré dans les* Annales de Chimie et de Physique, *sur le mouvement perpétuel.* 91

Expériences relatives à l'aimantation du fer et de l'acier par l'action du courant voltaïque. 93

Observations sur les causes présumées de la chaleur propre des animaux; par M. de La Rive. 103

Sur la Cristallisation du platine; par M. Sowerby. 111

Observations météorologiques du mois de septembre. 112

Suite des Faits pour servir à l'histoire de l'or; par M^r J. Pelletier. 113

Expériences sur les alliages de l'acier, faites dans la vue de les perfectionner; par MM. J. Stodart *et* Faraday. 127

Recherches sur la composition des prussiates ou des hydro-cyanates ferrugineux; par J. Berzelius. 144

Suite du Mémoire sur l'Action mutuelle entre deux courans électriques, un courant électrique et un aimant ou le globe terrestre, et entre deux aimans; par M. Ampère. 170

Note sur des Essais ayant pour but de décomposer l'eau avec un aimant; par M^r A. Fresnel. 219

Note sur le Magnétisme de la pile de Volta; *par M.* Biot. 222

Observations météorologiques du mois d'octobre. 224

Suite des Recherches sur la composition des prussiates ou des hydro-cyanates ferrugineux; par J. Berzelius. 225

Rapport fait à l'Académie des Sciences, sur un Mémoire de M. Navier *qui traite de la Flexion des lames élastiques.* 264

De l'Action de la pile sur l'aiguille aimantée ; par M. Boisgiraud *aîné.* 279

Recherches chimiques sur les Quinquinas ; par MM. Pelletier *et* Caventou. 289

Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 318

Lettre de M^r J. M. Haussmann *aux Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur l'application des couleurs minérales aux étoffes.* 323

Extrait d'un Mémoire sur le Mécanisme de l'absorption chez les animaux à sang rouge et chaud ; par M. Magendie. 326

Avertissement sur la seconde édition du Traité de Physique élémentaire *de M.* Biot. 331

Observations météorologiques du mois de novembre. 336

Suite des Recherches chimiques sur les quinquinas ; par MM. Pelletier *et* Caventou. 337

Extrait de l'ouvrage intitulé : *Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et les mortiers ordinaires ; et du Supplément inédit relatif à la fabrication des pouzzolanes artificielles ; par M.* Vicat. 365

Résumé d'un Mémoire sur la Réflexion de la lumière ; par M^r A. Fresnel. 379

Nouvelles Déterminations des proportions de l'eau, et de la densité de quelques fluides élastiques ; par MM. Berzelius *et* Dulong. 386

Extrait d'un Mémoire de M. Olbers *sur le passage de la comète de* 1819 *sur le disque du soleil.* 395

Sur la Hauteur relative des niveaux de la mer Noire et de la mer Caspienne. 399

Compte des dépenses faites à l'hôpital Saint-Louis,

pendant l'année 1820, *pour l'éclairage de cet établissement par le gaz hydrogène, suivi de quelques remarques.* 402

Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 406

Résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris, en 1820. — *Etat moyen du thermomètre.* — *Variations moyennes.* — *Variations extrêmes.* — *Etat moyen du baromètre.* — *Oscillations extrêmes.* — *Quantité de pluie.* — *Crues de la Seine.* — *Etat des vents.* — *Etat du ciel.* — *Effets de la gelée.* — *Tremblemens de terre.* — *Aurores boréales.* — *Pluies des Tropiques.* — *Tempête.* — *Pluies singulières au Canada et au Brésil.* — *Flammes sur la mer.* — *Eruption d'un volcan.* — *Courans de l'Océan Atlantique.* — *Aérolithes.* De 413 à 432

Découvertes géographiques en 1819 *et* 1820. 433

Découverte d'une terre située au sud du cap Horn, et qui a été appelée Nouvelle-Shetland du Sud. 436

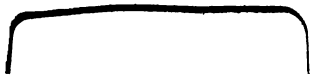
Découverte de plusieurs îles. De 437 à 439

Particularités relatives à un navire qui avait été choqué en pleine mer par un poisson (espadon), et dans le bordage duquel on a trouvé depuis une espèce d'os qui le traversait d'outre en outre. 439

Mouvement de la population de Paris pendant l'année 1819, *fourni par la Préfecture du Département.* 441

Consommations de l'année 1819 *dans la ville de Paris.* 443

Observations météorologiques du mois de décembre. 444

Table des Matières du quinzième Volume. 445

FIN DE LA TABLE DU QUINZIÈME VOLUME.